

**EFFECTO DE LA ENSEÑANZA A TRAVÉS DE LA RESOLUCIÓN DE
PROBLEMAS, EN EL USO DE LOS PROCESOS COGNITIVOS Y
METACOGNITIVOS DE LOS ESTUDIANTES.**

EIVIS DAYANA LARA ESCORCIA

MARIA DEL CARMEN QUINTERO MIRANDA

UNIVERSIDAD DEL NORTE

MAESTRÍA EN EDUCACIÓN ÉNFASIS EN PENSAMIENTO

MATEMÁTICO

BARRANQUILLA

2016

Efecto de la enseñanza a través de la resolución de problemas, en el uso de los procesos cognitivos y metacognitivos de los estudiantes.

**EFFECTO DE LA ENSEÑANZA A TRAVÉS DE LA RESOLUCIÓN DE
PROBLEMAS, EN EL USO DE LOS PROCESOS COGNITIVOS Y
METACOGNITIVOS DE LOS ESTUDIANTES.**

**EIVIS DAYANA LARA ESCORCIA
MARIA DEL CARMEN QUINTERO MIRANDA**

**Trabajo de investigación para optar al título de
Magíster en Educación**

**Directora
Mg. GINA CAMARGO DE LUQUE**

**UNIVERSIDAD DEL NORTE
MAESTRÍA EN EDUCACIÓN ÉNFASIS EN PENSAMIENTO MATEMÁTICO
BARRANQUILLA**

2016

Efecto de la enseñanza a través de la resolución de problemas, en el uso de los procesos cognitivos y metacognitivos de los estudiantes.

Nota de Aceptación

Presidente del Jurado

Jurado

Jurado

Barranquilla, Agosto de 2016

Efecto de la enseñanza a través de la resolución de problemas, en el uso de los procesos cognitivos y metacognitivos de los estudiantes.

DEDICATORIA

Este trabajo se lo dedico a Dios todopoderoso, por regalarme esta bendición y darme valentía para vencer cada reto que se me presentaron a lo largo de estos años.

A mis padres que con su esfuerzo y dedicación me han brindado la oportunidad de estudiar y ser útil para la sociedad.

A mi esposo por apoyarme y acompañarme durante su construcción.

A mis hermanos, familiares y amigos que sin su guía y buenos consejos esto no sería posible.

Y por último a mi compañera y amiga María Quintero, por acompañarme en la elaboración de este documento,

A todos ellos muchas gracias

Eivis Lara Escorcía

Efecto de la enseñanza a través de la resolución de problemas, en el uso de los procesos cognitivos y metacognitivos de los estudiantes.

DEDICATORIA

Dedico la elaboración de este trabajo de investigación ante todo a mi Dios todo poderoso, ya que sin su acompañamiento y bendiciones no sería posible haber llegado hasta este punto importante en mi vida.

A mi madre y hermana por su apoyo incondicional, por haber confiado en mí en todo momento y por sacarme adelante con su trabajo y los valores que me inculcaron, alimentaron mi deseo de superación y por salir adelante.

A mis docentes que contribuyeron en mi formación, compañeros, familiares y en especial a mi esposo e hijo, que me acompañaron siempre para dar este importante pasó en mi vida.

.

María Quintero Miranda

Efecto de la enseñanza a través de la resolución de problemas, en el uso de los procesos cognitivos y metacognitivos de los estudiantes.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a Dios por habernos permitido llegar hasta este punto, brindándonos salud y perseverancia para lograr nuestros objetivos.

A nuestras familias, que nos apoyaron en todo momento, ofreciéndonos aliento, amor y sabiduría durante nuestra formación tanto personal como profesional.

A la Universidad del Norte, que nos brindó la oportunidad de realizar nuestros estudios.

A nuestros docentes por ser guías durante este largo camino brindándonos siempre su orientación y consolidarnos en nuestra formación.

A nuestra directora de tesis Gina Camargo De Luque, por su orientación, apoyo y colaboración en todo momento en la realización de este proyecto de investigación.

A las instituciones del departamento del Atlántico, por abrirnos sus puertas y a los docentes y estudiantes quienes generosamente nos brindaron sus conocimientos y contribuyeron a la ejecución y culminación de este proyecto.

Y por último, agradecemos a todas aquellas personas que de una u otra forma, colaboraron o participaron en la realización de esta investigación.

Eivis Lara Escorcía

María Quintero Miranda

Efecto de la enseñanza a través de la resolución de problemas, en el uso de los procesos cognitivos y metacognitivos de los estudiantes.

Tabla de contenido

Título.....	24
Introducción	25
Justificación.....	27
Marco teórico	30
Marco epistemológico	30
Marco conceptual	34
Resolución de problemas	34
Enseñanza basada en problemas	43
Estado del arte	50
Resolución de problemas matemáticos	50
Procesos de resolución de problemas cognitivos	52
Procesos de resolución de problemas metacognitivos.....	55
Procesos de resolución cognitivos y metacognitivos	66
Planteamiento del problema	78
Objetivos	81
Objetivo general	81
Objetivos específicos	81
Hipótesis	82

Efecto de la enseñanza a través de la resolución de problemas, en el uso de los procesos cognitivos y metacognitivos de los estudiantes.

Metodología.....	83
Enfoque de investigación.....	83
Diseño	83
Población.....	84
Muestra.....	84
Definición de variables	85
Variable Independiente	85
Variable Dependiente	86
Control de variables.....	87
Variable controlada.....	87
Variables no controladas.....	88
Técnicas.....	89
Instrumento.....	90
Procedimiento.....	90
Resultados	95
Conclusiones.....	107
Recomendaciones	119
Bibliografía.....	120
Anexos.....	128

Índice de tablas

Tabla 1 Definición de variables - variable independiente	86
Tabla 2 Definición de variable- variable dependiente	87
Tabla 3 Definición de variable-variable controlada	88
Tabla 4 Medias y desviaciones que tienen los estudiantes sobre el uso de los procesos de resolución de problemas antes de realizar la implementación del programa de formación.	95
Tabla 5 Medias y desviaciones que tienen los estudiantes sobre el uso de los procesos de resolución de problemas después de realizar la implementación del programa de formación.	96
Tabla 6 Medias y desviaciones que tienen los estudiantes del grupo experimental sobre el uso de los procesos de resolución de problemas antes de realizar la implementación del programa de formación.....	97
Tabla 7 Medias y desviaciones que tienen los estudiantes del grupo control sobre el uso de los procesos de resolución de problemas antes de realizar la implementación del programa de formación.	98
Tabla 8 Medias y desviaciones que tienen los estudiantes del grupo experimental sobre el uso de los procesos de resolución de problemas después de realizar la implementación del programa de formación.....	99

Efecto de la enseñanza a través de la resolución de problemas, en el uso de los procesos cognitivos y metacognitivos de los estudiantes.

Tabla 9 Medias y desviaciones que tienen los estudiantes del grupo control sobre el uso de los procesos de resolución de problemas después de realizar la implementación del programa de formación.....	100
---	-----

Tabla 10 Diferencia de medias, en el grupo control y experimental, de los procesos de resolución de problemas, antes de realizar la implementación del programa de formación docente.....	102
---	-----

Tabla 11 Diferencia de medias, en el grupo control y experimental, de los procesos de resolución de problemas, después de realizar la implementación del programa de formación docente.....	103
---	-----

Tabla 12 Diferencias de medias de los procesos de resolución de problemas utilizados por los estudiantes del grupo experimental, antes y después de realizar la implementación del programa de formación docente.	104
--	-----

Tabla 13 Diferencias de medias de los procesos de resolución de problemas utilizados por los estudiantes del grupo control, antes y después de realizar la implementación del programa de formación docente.	106
---	-----

Índice de anexos

Anexo 1 Problemas de números faltantes	128
Anexo 2 Entrevista procesos cognitivos y estrategias de resolución de problemas	129
Anexo 3 Formato de recolección de datos	131
Anexo 4 Guía del sistema de codificación.....	132
Anexo 5 Guía del sistema de codificación-Procesos	134

Efecto de la enseñanza a través de la resolución de problemas, en el uso de los procesos cognitivos y metacognitivos de los estudiantes.

A través de los años diferentes organizaciones internacionales han comprendido que los estudiantes deben resolver situaciones problemas en los distintos contextos para enfrentar los retos del mundo globalizado, esta situación no es desconocida para Colombia, que a través del Ministerio de Educación Nacional ha publicado documentos proyectando la resolución de problemas como competencia del área de Matemáticas como los estándares básico de competencias, los derechos básicos de aprendizaje y los lineamientos curriculares en el área de matemáticas.

Ante esta situación es importante aplicar en las aulas de clase la enseñanza basada en problemas puesto que le permite al docente desarrollar en sus estudiantes el pensamiento crítico y creativo, permitiendo a través de la resolución de problemas el descubrimientos de nuevos conceptos, potencializando el desarrollo cognitivo y mental y brindando la capacidad de resolver situaciones problemas en los diferentes momentos de la vida diaria, en las matemáticas y en otras ciencias, por esta razón es importante determinar el efecto de la enseñanza basada en problemas en los procesos de cognitivos y metacognitivos de los estudiantes.

El gobierno colombiano ha incrementado los esfuerzos por mejorar la calidad educativa del país, razón por el cual implemento evaluaciones periódicas en el grado tercero en la que se evalúa el área de Matemáticas desde sus tres competencias comunicación, representación y modelación, razonamiento y argumentación, y por ultimo planteamiento y resolución de problemas, en la cual en el año 2015 los resultados para este grado no fueron

Efecto de la enseñanza a través de la resolución de problemas, en el uso de los procesos cognitivos y metacognitivos de los estudiantes.

satisfactorio puesto que el 20% de los estudiantes en el departamento del Atlántico y el 19% en todo el país no supera las preguntas de menor complejidad de la prueba mostrando un resultado deficiente en la aplicación de esta, el 28% de los estudiantes de tercer grado del departamento del Atlántico y del país alcanzaron un desempeño mínimo en la aplicación de la prueba (ICFES, 2015).

Para analizar el desempeño de los estudiantes de quince años en el área de Matemática en el año 2012, el estado colombiano aplicó las pruebas PISA a la muestra mencionada, con el propósito de identificar la existencia de capacidades, habilidades y aptitudes que le permiten a una persona resolver problemas y situaciones de la vida, cuyos resultados mostraron deficiencias de los estudiantes en actividades que exige la sociedad del conocimiento y dificultades para acceder a estudios superiores, presentando un 42% de los evaluados debajo del primer nivel y el 32% en el primer nivel de desempeño, evidenciando la necesidad de trabajar la resolución de problemas de los estudiantes y determinar el efecto que tiene la enseñanza basada en problemas en el uso de los procesos cognitivos y metacognitivos de la resolución de problemas.

La presente investigación es pertinente porque responde al énfasis y a la línea de investigación que lleva el mismo nombre pensamiento matemático de la Maestría en Educación de la Universidad del Norte, al estudiar los procesos cognitivos y metacognitivos de la resolución de problemas matemáticos y es viable porque está enmarcada en el proyecto de investigación: “Corazón, Mente y Cuerpo: Factores predictores de la competencia académica y social en la infancia temprana” (contrato # 2011-DI0010) financiado por el área estratégica investigativa en infancia y juventud de la Universidad del Norte cuyo objetivo es determinar la contribución del programa de formación de docentes, Clase para Pensar, en el

Efecto de la enseñanza a través de la resolución de problemas, en el uso de los procesos cognitivos y metacognitivos de los estudiantes.

contexto de aula, al desarrollo de la competencia social, matemática, y académica durante la transición al colegio (hasta segundo grado de básica primaria).

Epistemológicamente existen cuatro autores que sustentan la investigación, el primero de ellos es Polya (1945, citado por Corbalán y Deulofeu, 1996) quien afirma que la comprensión de sus propias operaciones mentales influye favorablemente en los métodos de enseñanza resultando útil en la resolución de problemas, este autor propone el método de los cuatro pasos para orientar la resolución de problemas, estos son: comprender el problema, concebir un plan, ejecución del plan y examinar la solución; el segundo autor es Lester (1980, citado por López, 1992) quien define la resolución de problemas como las actividades u operaciones mentales en las cuales una persona incluye todos los pensamientos durante la resolución de problemas y categoriza cinco variables de elementos identificables para clasificar las líneas de resolución de problemas, estos son: factores de tarea, factores de sujeto, factores de proceso y factores ambientales (Lester, 1983, citado por Castro, 2008).

El tercer autor es Schoenfeld (1985, citado por Barrantes, 2006), quien sostiene que el proceso de la resolución de problemas es complejo e incluye elementos de carácter afectivos, psicológicos, socioculturales, entre otros, en el cual intervienen cuatro aspectos que son los recursos, la heurísticas, el control y el sistema de creencias; el último autor es Sternberg (1996, citado por Pérez, 2008) quien agrupa en tres las habilidades para la resolución de problemas, la primera es la habilidad analítica en la que se relaciona la inteligencia con el mundo interno del individuo, y se potencializa a través de tres procesos mentales interdependientes que están implicados en el pensamiento como lo son los metacomponentes, los componentes de ejecución y la habilidad analítica; la segunda habilidad es la creativa en la que se relaciona la inteligencia con la experiencia, individual, en esta la experiencia se divide la novedad y en

Efecto de la enseñanza a través de la resolución de problemas, en el uso de los procesos cognitivos y metacognitivos de los estudiantes.

automatización; la tercera y última habilidad es la contextual o practica que es la que se ocupa en conseguir ajuste al contexto en las situaciones relevantes desde la adaptación, conformación o transformación y selección.

La enseñanza a través de la resolución de problemas esta conceptualizada, como el sistema de enseñanza didáctico que propone al docente enseñar a través o sobre la resolución de problemas y no enseñar para resolver problemas, es un proceso interactivo entre profesor, alumnos, contextos problemáticos y tareas, que sin poner en segundo plano los conceptos, las experiencias y el lenguaje, parte de los contextos problemáticos, las tareas-problema y los problemas para la construcción del conocimiento conceptual y procedimental (Cheung y Taylor, 1991 citados por López y Costa, 1996); en cuanto a los procesos de resolución de problemas está definida como las actividades mentales u operaciones mentales que incluyen todos los pensamientos durante la resolución de problemas, como lo define Lester (1980, citado por López, 1992).

Para la presente investigación es necesario conocer los avances investigativos realizadas hasta la fecha sobre los procesos de resolución de problemas, en cuanto a la enseñanza a través de la resolución de problemas y los procesos cognitivos de la resolución de problemas existen investigaciones como la de Martínez (2012), Rodríguez y Santillán (2009), Varón y Otálora (2012), Losada y Varela (2007), Rada, Tafur y Otálora (2013) y Agudelo, Bedoya y Restrepo (2008) quienes en sus resultados mostraron la efectividad de la enseñanza a través de la resolución de problemas desde la cognición, puesto que los estudiantes mejoraron en la resolución de problemas matemáticos; por su parte Rodríguez (2005) mostró en sus resultados que no hubo efectividad de la enseñanza a través de la resolución de

Efecto de la enseñanza a través de la resolución de problemas, en el uso de los procesos cognitivos y metacognitivos de los estudiantes.

problemas desde la cognición, puesto que los estudiantes no mejoraron en la resolución de problemas matemáticos.

En cuanto a las investigaciones que relacionan la enseñanza a través de la resolución de problemas y los procesos metacognitivos de la resolución de problemas existen investigaciones como las de Troncoso (2013); Lee, Sheng y Hong (2014); Bernal, Figueroa, Ramírez, Triana, Gaitán, González y Uribe (2006); Barrientos, Cervantes y Sierra (2014); Bernal (2014); Ramírez y Sarmiento (2007); Li, Kornell, Pouget y Cantol (2014); Iriarte (2011); Acosta y Joya (2016); Pinilla, Roa y Vesga (2015) y Mera y Peña (2011) que en sus resultados mostraron la efectividad de la enseñanza a través de la resolución de problemas desde la metacognición, puesto que los estudiantes mejoraron en la resolución de los problemas matemáticos; por su partes autores como Bara (2001) y Digiacomo (2014) mostraron en los resultados de sus investigaciones que no hubo efectividad de la enseñanza a través de la resolución desde la metacognición, puesto que los estudiantes no mejoraron en la resolución de problemas matemáticos.

Investigaciones como la de Charris y Espinosa (2001); Arnedo, Espitia, Hurtado, Montes y Reyes (2009); Aragón y Gutiérrez (2013); Agudelo, Bedoya y Restrepo (2008); Pifarré (2001); Navarro y Navarro (2015) e Iriarte (2011) que relacionan la enseñanza a través de la resolución de problemas y los procesos de la resolución de problemas mostraron la efectividad de la enseñanza a través de la resolución de problemas, puesto que los estudiantes mejoraron en la resolución de problemas matemáticos.

En el área de Matemáticas la actividad más importante y compleja es la resolución de problemas, porque los contenidos cobran sentido cuando se aplican a una situación problema

Efecto de la enseñanza a través de la resolución de problemas, en el uso de los procesos cognitivos y metacognitivos de los estudiantes.

como lo afirma Echenique (2006), en este intervienen procesos como la comprensión lectora, el lenguaje, los contenidos del área y de otras disciplinas, razón por el cual la resolución de problemas es evaluada en pruebas nacionales como Saber 3° e internacionales como Pisa 2012, midiendo la competencia de los estudiantes para resolver problemas en un contexto dado, por su parte los estudiantes colombianos y en especial los atlanticenses ha presentado falencias significativas en esta pruebas nacional e internacional demostrando un resultado deficiente en la resolución de problemas.

Existen investigaciones como las de Pifarré (2001) quien implementó una propuesta didáctica que incidían positivamente en el proceso de aprendizaje de sus estudiantes, otras investigaciones como las de Charris y Espinosa (2001), Arnedo, Espitia, Hurtado, Montes y Reyes (2009), Losada y Varela (2007), Bernal (2014), Agudelo, Bedoya y Restrepo (2008), Navarro y Navarro (2015), Barrientos, Cervantes y Sierra (2014), Aragón y Gutiérrez (2013), obtuvieron efectos significativos en los procesos de cognición y metacognición después de la intervención docente, en cambio investigaciones como las de Martínez (2012), Rodríguez y Santillán (2009), Varón y Otálora (2012) que después de haber realizado la intervención obtuvieron efectos significativos en los procesos cognitivos de la resolución de problemas, e investigaciones como las de Troncoso (2013), Lee, Sheng y Hong (2014), Li, Kornell, Pouget y Cantlon (2014), Bernal, Figueroa, Ramírez, Triana, Gaitán, González y Uribe (2006), Rodríguez (2005) que después de realizada la intervención obtuvieron efectos significativos en los procesos de metacognitivos de la resolución de problemas.

Se encontraron estudios que después de realizada la intervención no se obtuvieron efectos significativos como es el caso de DiGiacomo (2014), Bara (2001) que analizan los proceso metacognitivos y Rada, Tafur y Varela (2013) que analizaba los efectos significativos en los procesos de cognición y metacognición, al analizar el origen de estas investigaciones se

Efecto de la enseñanza a través de la resolución de problemas, en el uso de los procesos cognitivos y metacognitivos de los estudiantes.

pudo concluir que en la costa caribe colombiana existen muy pocas investigaciones que relacionan la enseñanza basada en problemas con los procesos de resolución de problemas de sus estudiantes, razón por el cual se plantea la siguiente pregunta de investigación: ¿Cuál es el efecto de la enseñanza basada en problemas en el uso de los procesos cognitivos y metacognitivos en estudiantes de segundo grado de un colegio público?

Para determinar el efecto de la enseñanza a través de la resolución de problemas en el uso de los procesos cognitivos y metacognitivos de los estudiantes, se realizó la presente investigación de carácter cuantitativo de tipo explicativo con un diseño cuasi-experimental, para una población de estudiantes de segundo grado de colegios oficiales en estrato socioeconómicos 1 y 2 del departamento del Atlántico con una muestra de 98 estudiantes de los cuales 57 hacen parte del grupo control y 41 de grupo experimental en un muestreo no probabilístico- por conveniencia, en la cual se aplicó la entrevista flexible semiestructurada denominada “Fusión de procesos cognitivos y estrategias para la resolución de problemas”, con un coeficiente de alfa de Cronbach de 0,8 y una validez de contenido de un 100% de acuerdo entre los tres jueces expertos, adaptado por De la Cruz, Fernández y Martínez (2005) de López (1992).

En la presente investigación utilizamos siete fases para aplicar la enseñanza a través de la resolución de problemas y el análisis respectivo de los datos, en la primera fase se solicitó por escrito el consentimiento informado de los participantes y el asentimiento informado de los estudiantes, en la segunda fase se contactó a los trabajadores de campo del macro proyecto quienes realizaron cuatro etapas de entrenamiento, procediendo a la tercera fase en la cual se hizo la aplicación del pretests a 98 estudiantes de los dos grupos muestrales, siguiendo a la cuarta fase en la cual se hizo la implementación de la enseñanza a través de la resolución de problema realizando capacitación docente utilizando el modelo la clase para pensar, siguiendo

Efecto de la enseñanza a través de la resolución de problemas, en el uso de los procesos cognitivos y metacognitivos de los estudiantes.

a la quinta fase en la cual se aplicó el postests a los dos grupos muestrales con un total de 98 estudiantes.

En la sexta fase se digitaron los datos recolectados del pretest y el posttest, y se realizó el análisis de los datos en tres pasos, iniciando con la estadística descriptiva aplicando la media y la desviación estándar, en el segundo paso se aplicó la prueba de Kolmogorov-Smirnov que es una prueba de bondad de ajustes en la que se determinó que la población no tenía una distribución normal, razón por el cual se aplicó la prueba de H de Kruskal-Wallis para comparar los resultados del pretest en el grupo y experimental y el posttest del grupo control y experimental y la prueba de Wilcoxon para comparar los resultados del grupo control obtenidos en el pretest y posttest con el grupo experimental en los mismos tiempos finalizando el tercer paso con la aplicación de la estadística inferencial, finalizando con la séptima etapa en la que se elaboraron las conclusiones y recomendaciones a partir del análisis hecho en la sexta etapa.

A partir del análisis de los datos obtenidos y la definición de Lester (1980, citado por López, 1992) citado anteriormente sobre los procesos de resolución de problemas, la clasificación de López (1992, citado por López, 2013) sobre los procesos de resolución de problemas y el análisis de los datos obtenidos, se puede determinar el efecto de la enseñanza a través de la resolución de problemas en el uso de los procesos cognitivos y metacognitivos de los estudiantes.

Teniendo en cuenta que los procesos cognitivos se entienden como aquellos procesos reales en la resolución de problemas, es decir el quehacer en el proceso, y se clasifican en exploración, comprensión, adquisición de nueva información, análisis e implementación como lo expone López (2013), los datos muestran que los grupos control y experimental iniciaron

Efecto de la enseñanza a través de la resolución de problemas, en el uso de los procesos cognitivos y metacognitivos de los estudiantes.

iguales en Matemáticas, y después de realizada la implementación de la enseñanza a través de la resolución de problemas existen diferencias significativas en los procesos Comprende ($Z=-2.063$, $p<0.050$) y Analiza ($Z=-3.499$, $p<0.010$), debido a que los estudiantes del grupo experimental utilizan más estos procesos que los del grupo control, mientras que en los procesos Explora ($Z=.000$, $p>0.050$) y Adquiere nueva información ($Z=-1.179$, $p>0.050$) no se observan diferencias significativas, corroborando esta hipótesis con investigaciones realizadas por Martínez (2012), Rodríguez y Santillán (2009), Varón y Otálora (2012) en donde también se obtuvo un efecto significativo en los procesos cognitivos.

El proceso cognitivo comprende, López (2013) lo define como aquel en donde el estudiante se esfuerza por reconocer la naturaleza del problema reconociendo los datos del problema y la pregunta, en este los resultados muestran que después de realizada la implementación de la enseñanza a través de la resolución de problemas se observaron que los estudiantes de ambos grupos tienen diferencias significativas en el proceso Comprende ($Z=-2.063$, $p<0.050$) siendo utilizada con mayor frecuencia por los estudiantes cuyo profesor lo implementó, esta investigación se relaciona con las realizadas por Aragón y Gutiérrez (2013) ($t=-5.586$, $gl=39$, $p<0.001$), Charris y Espinosa (2001) ($t=-7.238$, $gl=99$, $p<.001$), Arnedo, Espitia, Hurtado, Montes y Reyes (2009) ($t=-7.238$, $gl=99$, $p<0.001$), Rada, Tafur y Otálora (2013) ($t = - 3,798$, $gl=29$, $p<0,05$), Martínez (2012) ($r=0.720$, $p<0.001$), Agudelo, Bedoya y Restrepo (2008), Rodríguez y Santillán (2009), y Losada y Varela (2007), puesto que también obtuvieron un efecto significativo en este proceso.

En el proceso Analiza, definido por López (2013) como la verificación que realiza el estudiante y las acciones como dividir el problema en partes, simplificarlo y seleccionar la operación a realizar para solucionar el problema, con referente a este proceso los resultados muestran que después de realizar la implementación, se observaron que los estudiantes de

Efecto de la enseñanza a través de la resolución de problemas, en el uso de los procesos cognitivos y metacognitivos de los estudiantes.

ambos grupos tienen diferencias significativas en el proceso Analiza ($Z=-3.499$, $p<0.010$), siendo utilizada con mayor frecuencia por los estudiantes cuyo profesor desarrolló la enseñanza a través de la resolución de problemas, observándose diferencias significativas antes y después de realizar la implementación en este proceso ($Z=-2.919$, $p<0.010$), relacionando estos resultados con investigaciones hechas por Charris y Espinosa (2001), ($t=-5.933$, $gl=99$, $p<.001$) Arnedo, Espitia, Hurtado, Montes y Reyes (2009), ($t=-5.933$, $gl=99$, $p<0,001$), Aragón y Gutiérrez (2013), ($t=-9.408$, $gl=39$, $p<0.001$), y Varón y Otálora (2012), demostrando que existe un efecto de la enseñanza a través de la resolución de problemas en el uso de los procesos cognitivos Comprende y Analiza.

Los procesos cognitivos Explora definido por López (2013), como aquel en el que se da la activación de los conocimiento previos de los estudiante en torno a lo cognitivo, problemas similares y estrategias de solución, y el proceso Adquiere nueva información definida por López (2013) como aquel en donde el estudiante es quien pide repetición de la pregunta o los datos para obtener nueva información, no tuvieron un efecto significativo en la presente investigación Explora, ($Z=.000$, $p>0.050$) y Adquiere nueva información ($Z=-1.179$, $p>0.050$).

Los procesos metacognitivos son aquellas actividades autónomas para tener el control del proceso resolutor y de su aprendizaje, en este se regulan los procesos cognitivos y el pensamiento acerca de las operaciones cognitivas, dividiéndose en planeación, monitoreo local y monitoreo global o evaluación (López, 2013), en este los resultados muestran que los estudiantes de ambos grupos comenzaron iguales, sin embargo, después de realizar la implementación de la enseñanza a través de la resolución de problemas matemáticos se observaron que los estudiantes de ambos grupos tienen diferencias significativas en los procesos Monitoreo Local ($Z=-2.003$, $p<0.050$), y Monitoreo Global ($Z=-2.739$, $p<0.010$),

Efecto de la enseñanza a través de la resolución de problemas, en el uso de los procesos cognitivos y metacognitivos de los estudiantes.

debido a que los estudiantes del grupo experimental utilizan más estos procesos que los del grupo control, mientras que en el proceso planea ($Z=0.000$, $p>0.050$), no se observan diferencias significativas.

En el proceso metacognitivo Monitoreo Local, definido como el proceso en donde el estudiante reflexiona sobre su proceso resolutor, las actividades y estrategias que va implementando, incluye la autorregulación y el auto chequeo, y en ocasiones la estrategia remedial (López, 2013), los resultados muestran que después de realizar la implementación de la enseñanza a través de la resolución de problemas matemáticos se observaron que los estudiantes de ambos grupos tienen diferencias significativas en el proceso Monitoreo Local ($Z=-2.003$, $p<0.050$), siendo utilizada con mayor frecuencia por los estudiantes cuyo profesor desarrolló la enseñanza a través de la resolución de problemas, siendo estos resultados similares a investigaciones realizadas por Charris y Espinosa (2001) ($t=-8.290$, $gl=99$, $p<.001$), Arnedo, Espitia, Hurtado, Montes y Reyes (2009) ($t=-8.290$, $gl=99$, $p<0.001$), Barrientos, Cervantes y Sierra (2014), ($Z=-3.673$, $p<0.010$), Aragón y Gutiérrez (2013), ($t=-5.264$, $gl=39$, $p<0.001$), Rada, Tafur y Varela (2013), ($t=-2.262$, $gl=29$, $p<0,050$), en donde tuvieron un efecto significativo en este proceso.

El proceso metacognitivos Monitoreo Global, definido por López (2013) como aquel en donde el estudiante reflexiona sobre la forma como llevó a cabo o solucionó el problema, las acciones y las actividades realizadas, implementando en ocasiones la estrategia remedial, los resultados muestran que después de realizar la implementación se observaron que los estudiantes de ambos grupos tienen diferencias significativas en el proceso Monitoreo Global ($Z=-2.739$, $p<0.010$), siendo utilizada con mayor frecuencia por los estudiantes cuyo profesor desarrolló la enseñanza a través de la resolución de problemas, además, se observan diferencias significativas antes y después de realizar la implementación en este proceso ($Z=-$

Efecto de la enseñanza a través de la resolución de problemas, en el uso de los procesos cognitivos y metacognitivos de los estudiantes.

2.165, $p < 0.050$), corroborando estos resultados con investigaciones realizadas por autores como Charris y Espinosa (2001), ($t = -8.273$, $gl = 99$, $p < .001$) Arnedo, Espitia, Hurtado, Montes y Reyes (2009), ($t = -273$, $gl = 99$, $p < 0.001$), Aragón y Gutiérrez (2013), ($t = -5.454$, $gl = 39$, $p < 0.001$), en donde también se obtuvo un efecto significativo en este proceso, demostrando así que existe un efecto de la enseñanza a través de la resolución de problemas matemático, en el uso de este proceso metacognitivo Monitoreo Local y Monitoreo Global.

El proceso metacognitivo Planea, se entiende como aquel en donde el estudiante toma las decisiones acerca del procedimiento, identificando anticipadamente que va a realizar antes y después para resolver el problema (López, 2013), los resultados muestran que después de realizar la implementación se observaron que no existen diferencias significativas en este proceso ($Z = 0.000$, $p > 0.050$).

A partir del análisis hecho de los resultados de esta investigación y el marco teórico expuesto desde su conceptualización, epistemología y antecedentes, es posible afirmar que existe un efecto de la enseñanza a través de la resolución de problemas matemático, en el uso de los procesos cognitivos y metacognitivos en estudiantes de segundo grado.

Efecto de la enseñanza a través de la resolución de problemas, en el uso de los procesos cognitivos y metacognitivos de los estudiantes.

Titulo

Efecto de la enseñanza a través de la resolución de problemas, en el uso de los procesos cognitivos y metacognitivos de los estudiantes.

Efecto de la enseñanza a través de la resolución de problemas, en el uso de los procesos cognitivos y metacognitivos de los estudiantes.

Introducción

La resolución de problemas es considerada fundamental en el área de matemáticas, para el desarrollo mental y cognitivo de los estudiantes, permitiendo el descubrimiento de nuevos conocimientos y desarrollando el aspecto cognitivo, potenciando y brindando la capacidad de resolver problemas en diferentes contextos, no solo en el área de matemáticas sino también en otras áreas del saber, dando lugar a un pensamiento crítico y creativo que le permite crear y construir soluciones que serán muy útiles para su proceso de aprendizaje.

La enseñanza basada en problemas le permite al docente desarrollar en sus estudiantes el pensamiento crítico y creativo, empleando herramientas del área para obtener una solución al problema, los estudiantes en el desarrollo de su vida escolar desarrollan la habilidad para resolver situaciones problemas desarrollando muchas habilidades de pensamiento que garantiza el aprendizaje, permitiendo así obtener información que le será de mucha ayuda a corto, mediano y largo plazo, ayudándolo a resolver situaciones problema futuras según el contexto en que se desempeñen.

En el área de Matemática, el estado colombiano le exige a los docentes a través de los lineamientos, los estándares curriculares y los derechos de aprendizaje del área, que sus

Efecto de la enseñanza a través de la resolución de problemas, en el uso de los procesos cognitivos y metacognitivos de los estudiantes.

estudiantes resuelvan problemas teniendo en cuenta la Matemática, otras ciencias y el contexto, a partir de esto el presente trabajo de investigación estudia cómo la enseñanza a través de la resolución de problemas, tiene un efecto en el uso de los procesos cognitivos y metacognitivos de la resolución de problemas de sus estudiantes

En este documento presenta las bases teóricas que sustentan la investigación desde la consolidación del marco epistemológico, conceptual y el estado del arte haciendo referencia a los aportes que otras investigaciones le brindan a la presente desde el análisis de la variable dependiente, construyendo variables de estudio como resolución de problemas matemáticos, resolución de problemas cognitivos, proceso de resolución de problemas metacognitivos y proceso de resolución cognitivos y metacognitivos

Para evaluar el efecto de la enseñanza basada en problemas, en el uso de los procesos cognitivos y metacognitivos de sus estudiantes, el marco metodológico se construyó desde una investigación cuantitativa de tipo explicativa con un diseño cuasi-experimental, para esto la muestra la constituyeron 98 estudiantes de dos colegios oficiales del departamento del Atlántico, con sus respectivas docentes a los cuales se les aplicó en dos momentos la entrevista semiestructurada denominada Fusión de Procesos Cognitivos y Estrategias para la Resolución de Problemas (De la Cruz, Fernández y Martínez, 2006)

Después de haber hechos las comparaciones en las dos aplicaciones del instrumento, el análisis confirmó las hipótesis de trabajo, encontrando similitudes en la revisión de los antecedentes investigativo y de esta manera finalizando con las conclusiones y recomendaciones.

Efecto de la enseñanza a través de la resolución de problemas, en el uso de los procesos cognitivos y metacognitivos de los estudiantes.

Justificación

El gobierno Colombiano a través de los años ha incrementado los esfuerzos para mejorar la calidad educativa del país, razón por el cual se implementó la aplicación de evaluaciones periódicas del desarrollo de competencias de los estudiantes en la educación básica, estos resultados y el análisis de los factores que influyen en ellos permite identificar las competencias, habilidades y valores durante su trayectoria escolar y así posibilitar la toma de decisiones en la implementaciones de acciones de mejoramiento a través del tiempo; en 1991 se realizó por primera vez la aplicación de las prueba saber, en el año 2001 con la ley 715 se establece el carácter de obligatoria y censal a la prueba y se especifica la aplicación de esta cada tres años, a partir de 2002 son evaluados los estudiantes de 5° y 9° de todos lo establecimientos educativos del país y en el año 2012 se incluyó el grado 3° en la aplicación de las pruebas Saber (ICFES, 2015).

Las pruebas Saber se enfocan en las competencias básicas que han desarrollado los estudiantes en el área de Matemática en el grado tercero, en esta se evalúan tres competencias que son la comunicación, representación y modelación, el razonamiento y argumentación, y por último el planteamiento y resolución de problemas en esta última los estudiantes relacionan los conocimientos adquiridos en el área con situaciones de la vida diaria a través de

Efecto de la enseñanza a través de la resolución de problemas, en el uso de los procesos cognitivos y metacognitivos de los estudiantes.

la resolución de problemas, a esta última competencia apunta nuestro trabajo de investigación. Según los resultados de las pruebas Saber 3° del año 2015, el 20% de los estudiantes en el departamento del Atlántico y el 19% en todo el país no supera las preguntas de menor complejidad de la prueba mostrando un resultado deficiente en la aplicación de esta, el 28% de los estudiantes de tercer grado del departamento del Atlántico y del país alcanzaron un desempeño mínimo en la aplicación de la prueba (ICFES, 2015).

En cuanto a las pruebas internacionales, Colombia no ha tenido los mejores resultados como es el caso de las pruebas PISA, que se realiza en el país para obtener evidencias del desempeño de los estudiantes de 15 años en el área de Matemáticas, esta prueba se realiza con el propósito de identificar la existencia de capacidades, habilidades y aptitudes que le permiten a una persona resolver problemas y situaciones de la vida, de acuerdo con las pruebas PISA 2012 los estudiantes colombianos obtuvieron resultados insuficientes, con el 42% de los evaluados debajo del primer nivel y el 32% en el primer nivel de desempeño, ubicando al país en el puesto 61 de 65 países evaluados, mostrando las deficiencias que tienen los estudiantes del país para acceder a estudios superiores y para desempeñarse en las actividades que exige la sociedad del conocimiento (OECD, 2014).

A partir de lo anterior, podemos afirmar que la presente investigación es relevante porque se determinara el efecto que tiene la enseñanza basada en problemas en el uso de los procesos cognitivos y metacognitivos en la resolución de problemas, apuntando directamente a la competencia que es evaluada en el país a través de la prueba Saber, e internacionalmente en pruebas como PISA que evalúa las capacidades, habilidades y aptitudes que permiten resolver situaciones problemas, pruebas en las cuales el desempeño de los colombianos no fue el satisfactorio.

Efecto de la enseñanza a través de la resolución de problemas, en el uso de los procesos cognitivos y metacognitivos de los estudiantes.

La presente investigación es pertinente porque responde al énfasis y a la línea de investigación que lleva el mismo nombre pensamiento matemático de la Maestría en Educación de la Universidad del Norte, al estudiar los procesos cognitivos y metacognitivos de la resolución de problemas matemáticos.

La presente investigación es viable porque está enmarcada en el proyecto de investigación: “Corazón, Mente y Cuerpo: Factores predictores de la competencia académica y social en la infancia temprana” (contrato # 2011-DI0010) financiado por el área estratégica investigativa en infancia y juventud de la Universidad del Norte cuyo objetivo es determinar la contribución del programa de formación de docentes, Clase para Pensar, en el contexto de aula, al desarrollo de la competencia social, matemática, y académica durante la transición al colegio (hasta segundo grado de básica primaria).

Efecto de la enseñanza a través de la resolución de problemas, en el uso de los procesos cognitivos y metacognitivos de los estudiantes.

Marco teórico

Marco epistemológico

Polya (1945, citado por Corbalán y Deulofeu, 1996), afirma que es útil en la resolución de problemas, una excelente comprensión de sus propias operaciones mentales influye favorablemente en los métodos de enseñanza, en especial en el área de matemáticas, este autor le brinda a los docentes el método de los cuatro pasos para orientar la resolución de problemas de sus estudiantes y propuso unas pautas para orientar en cada paso; el primer paso es comprender el problema, en este paso el autor buscaba que entendieran el problema antes de comenzar a resolverlo mediante la aplicación de preguntas como ¿existe alguna palabra que no entiendas en el problema?, ¿qué te pide buscar o mostrar?, ¿puedes plantear el problema en tus propias palabras?, ¿Puede pensar en una imagen o diagrama que puede ayudarlo a entender el problema?, ¿Hay suficiente información para que pueda buscar una solución?

El segundo paso propuesto por el autor es concebir un plan, en este paso Polya afirma que se debe escoger la estrategia adecuada para resolver el problemas realizando una conexión entre los datos dados y lo desconocido, y aclara que esta habilidad para elegir la estrategia adecuada se aprende resolviendo una gran cantidad de problemas, en este paso el resolutor

Efecto de la enseñanza a través de la resolución de problemas, en el uso de los procesos cognitivos y metacognitivos de los estudiantes.

puede utilizar estrategias como buscar un patrón, hacer una lista ordenada, dibujar una imagen, utilizar un modelo, trabajar hacia atrás; el tercer paso es la ejecución del plan, en este se realiza con cuidado y paciencia el plan trazado en el paso anterior, en donde se pueden aplicar preguntas como ¿estás seguro que el paso es correcto?, ¿puedes demostrar que el paso es correcto?; y el último paso es examinar la solución, en este se reflexiona sobre el proceso, identificando qué funcionó y las estrategias que puede utilizar en un futuro, se pueden realizar las siguientes preguntas para verificar este paso ¿se puede comprobar el resultado?, ¿se puede derivar la solución de forma diferente? (Polya, 1945, citado por Corbalán y Deulofeu, 1996).

Lester (1980, citado por López, 1992) define la resolución de problemas como las actividades u operaciones mentales en la cuales una persona incluye todos los pensamiento durante la resolución de problemas, Lester (1983, citado por Castro, 2008) afirma que existen una gran cantidad de variables en el proceso resolutor especialmente en el área de Matemáticas que pueden afectar el proceso de los estudiantes dificultando el análisis adecuados de la resolución, por esto el autor categoriza cinco variables de elementos identificables para clasificar las líneas de resolución de problemas en el área de Matemática, el primero de ellos son los factores de tarea, esta consiste en investigar la naturaleza del problema, el segundo son los factores de sujeto en este se identifican las características de las personas que resuelven el problema, el tercero son los factores de proceso que son las conductas individuales durante el proceso resolutor, el cuarto son los factores ambientales que son las características externas al problemas y al resolutor y por último se encuentran los factores de instrumentación que señalan la metodología de la investigación.

Schoenfeld (1985, citado por Barrantes, 2006) sostiene que el proceso de la resolución de problema es complejo e incluye elementos de carácter afectivo, psicológicos, sociocultural,

Efecto de la enseñanza a través de la resolución de problemas, en el uso de los procesos cognitivos y metacognitivos de los estudiantes.

entre otros y en él intervienen cuatro aspectos, el primero de ellos son los recursos que son los conocimientos previos, nociones matemáticas que posee un individuo para enfrentarse a un problema, estos pueden ser conceptos, fórmulas, algoritmos, por esto el docente debe conocer cuáles son las herramientas con las que cuenta el estudiante al momento de resolver una situación problema, el segundo aspecto es la heurística, estas son las reglas, planteamientos o estrategias cognitivas que tiene una persona y que le ayudan abordar el problema, este debe conocer las estrategias, saber cómo usarlas y tener la habilidad para aplicarlas.

El tercer aspecto propuesto por Schoenfeld (1985, citado por Barrantes, 2006) es el control, que es la manera como los individuos utilizan la información y las estrategias heurísticas para resolver un problema, en esta se planifica, se selecciona metas, submetas y monitoreo constante durante el proceso resolutor es decir que el propio estudiante monitorea su proceso resolutor, y determinar si el camino que toma es el apropiado o retroceder y utilizar otra estrategia, el cuarto y último aspecto es el sistema de creencias, que es el conjunto de concepciones, ideas o percepciones acerca de la matemática y su enseñanza que inciden notablemente en la resolución de problemas, estas condicionan la propuesta curricular, metodológica y de evaluación en los procesos de enseñanza- aprendizaje.

Sternberg (1996, citado por Pérez, 2008), agrupa en tres las habilidades para la resolución de problemas, la primera habilidad es la analítica, en esta se relaciona la inteligencia con el mundo interno del individuo permitiendo separar los problemas y ver soluciones no evidentes, esta habilidad se potencializa a través de tres procesos mentales interdependientes que están implicados en el pensamiento, el primer proceso mental son los metacomponentes, que son los procesos que utiliza una persona para planificar, controlar y evaluar la solución de un problema o tarea implicando una mayor gestión de nuestra mente, el

Efecto de la enseñanza a través de la resolución de problemas, en el uso de los procesos cognitivos y metacognitivos de los estudiantes.

segundo proceso mental son los componentes de ejecución, en este se hace efectivo todos las acciones que dictan los metacomponentes permitiendo la realización de tareas como percibir relaciones entre objetos y aplicar relaciones a otro conjunto de términos, y el tercer proceso mental en la habilidad analítica son los componentes de adquisición del conocimiento que son aquellos procesos utilizados para aprender a solucionar los problemas, en este se obtiene nueva información seleccionando los datos relevantes de la información dada para solucionar futuros problemas.

La segunda habilidad propuesta por Sternberg (1996, citado por Pérez, 2008) es la creativa, en esta habilidad se relaciona la inteligencia con la experiencia individual a través de la efectividad en realizar una tarea a partir de la familiaridad con esta, en este habilidad el papel de la experiencia se divide en dos, el primero de ellos es la novedad que es aquella actividad que nunca se ha realizado y las personas toma la tarea y encuentran nuevas maneras de solucionarlas y la segunda es la automatización en la cual una tarea se ha realizado múltiples veces; la tercera habilidad es la contextual o práctica, esta se ocupa de la actividad mental en conseguir ajuste al contexto en las situaciones relevantes desde la adaptación, conformación o transformación y selección, definiendo la adaptación como el cambio en sí mismo para ajustarse a lo que lo rodea, la conformación o transformación que es el cambio del ambiente para adaptarse a las necesidades del resolutor y por último la selección que es encontrar un ambiente nuevo y alternativo para sustituir el ambiente anterior.

Efecto de la enseñanza a través de la resolución de problemas, en el uso de los procesos cognitivos y metacognitivos de los estudiantes.

Marco conceptual

Resolución de problemas

Dumas-Carré (1987, citado en Perales,1993) definen la palabra resolución, como la actividad en la que se resuelve el problema desde la lectura de su enunciado, en el cual se puede diferenciar entre el tratamiento lógico-matemático y la propia actividad resolutoria desde el análisis del encadenamiento de procesos y la solución o respuesta, en la vida diaria se resuelve problemas para obtener un resultado y en el contexto escolar, el resultado es de poca importancia lo verdaderamente relevante es la propia resolución, Gaulin (2001, citado en Del Valle y Curotto, 2008) afirma que el término problema implica considerar aquellas situaciones en las cuales es necesario reflexionar, buscar, e investigar para analizar las posibles soluciones y definir una estrategia de solución la cual no garantiza que sea una respuesta rápida e inmediata.

Mazario (2009), define el problema como una situación o dificultad que puede ser prevista o espontánea, que cuenta con algunos elementos desconocidos para quien lo resuelve, pero que provoca en este acciones sucesivas para darle solución; Perales (1993) por su parte, define el problema como cualquier situación que produce incertidumbre y conducta tendente a la búsqueda de la solución, y clasifica los problemas teniendo en cuenta tres criterios, estos son: campo del conocimiento implicado, el tipo de tarea y la naturaleza del enunciado y características del proceso de resolución; en el primer criterio denominado “campo del conocimiento implicado” se pueden presentar dos situaciones, podemos encontrar los problemas que se plantean en la enseñanza de las ciencias en el cual lo importante no es la solución del problema sino el proceso para llegar a esto y se pueden diferenciar según su

Efecto de la enseñanza a través de la resolución de problemas, en el uso de los procesos cognitivos y metacognitivos de los estudiantes.

campo científicos, y los problemas que tienen lugar en la vida cotidiana y en el cual lo importante es la solución de este.

En el segundo criterio propuesto por Perales (1993), llamado “el tipo de tarea” se presenta en la educación específicamente en el contexto de la enseñanza de las ciencias, en el cual un problema se puede manifestar de dos maneras: problemas cualitativos, que son aquellos que se pueden resolver de manera verbal o escrita, donde se interpreta de manera científica fenómenos reales denominados frecuentemente como cuestiones y los problemas de tipo cuantitativo que son aquellos que exigen cálculos numéricos teniendo en cuenta las ecuaciones correspondientes y los datos disponibles; y por último tenemos el criterio denominado “la naturaleza del enunciado y características del proceso de resolución de problemas” en este criterio los problemas se pueden presentar de dos maneras diferentes: la primera son los problemas cerrados o cuantitativos, en el cual se puede encontrar la información precisa y resoluble mediante la aplicación de un algoritmo por parte del solucionador y la segunda son los problemas abiertos o cualitativos, en él pueden existir varias etapas en su resolución que deben ser aportadas mediante una acción de pensamiento.

Mazario (2009) La resolución de problemas, este autor la define como una habilidad en la cual se toman diferentes acciones para caracterizar y estructurar el problema permitiendo la resolución de este, estas acciones se realizan con un propósito determinado y es producto de la adquisición de conocimientos teóricos y prácticos en su desarrollo social; por su parte Ruiz y otros (2003, citado en Calvo, 2008) expone que la resolución de problemas es el centro de la enseñanza de las matemáticas y genera un proceso en el cual el estudiante busca solución a una nueva situación problema mediante la combinación de elementos del conocimiento, reglas, técnicas, destrezas y conceptos previos.

Efecto de la enseñanza a través de la resolución de problemas, en el uso de los procesos cognitivos y metacognitivos de los estudiantes.

La estructura de la resolución de problema en el aula suele confundirse con el desarrollo de ejercicios como lo exponen Del Valle y Curotto (2008), en el cual la actividad principal es la actuación docente quien plantea un problema y desarrolla la solución, los estudiantes por su parte repiten los mismos procedimientos realizados por el docente en situaciones similares, partiendo de lo anterior el tratamiento de situaciones problemas resulta ser un medio para grabar un algoritmo es decir una aplicación de un contenido y no un fin; de esta manera, la resolución de problemas solo es usada para encontrar un resultado y mecanizar procedimientos potenciando el automatismo en el trabajo de los estudiantes en la imitación de modelos, y se desaprovecha la oportunidad de potencializar el pensamiento divergente, el aprendizaje de conceptos o de determinados aspectos de la metodología científica.

Del Valle y Curotto (2008), afirman que la enseñanza debe buscar el diseño de actividades con situaciones problemas que requieran del análisis, descubrimiento, elaboración de hipótesis, confrontaciones, reflexiones, argumentos y la comunicación de ideas, mediante la potencialización de la independencia del estudiante en la interacción del conocimiento con su contexto, desde esta perspectiva el aprendizaje es una construcción social donde se insertan hipótesis, demostraciones y debates en base a un proceso creativo y generativo, los nuevos problemas en base a las actuales tendencias educativas le reclaman al estudiante el desarrollo de determinadas destrezas y habilidades, para lograr esto es necesario mostrar una ciencia recreativa en la cual se recupera problemas cotidianos y los pone a disposición de los estudiantes.

En cuanto a la resolución de problemas en matemáticas, existen distintos autores que realizan planteamientos sobre el tema, entre estos Santos (1995, citado en Llanos, 2011) quien afirma que es necesario transformar el currículo del área de matemáticas mediante el uso de

Efecto de la enseñanza a través de la resolución de problemas, en el uso de los procesos cognitivos y metacognitivos de los estudiantes.

estrategias de enseñanza que le den sentido al área en distintos contextos problemáticos, porque en el contexto educativo los estudiantes presentan dificultades para solucionar problemas en matemáticas, cuando esencialmente la resolución de problemas es la que puede favorecer el aprendizaje de la matemática y así evidenciar la utilidad del área, partiendo de esto, es necesario innovar el currículo mediante la utilización de estrategias de enseñanza en las cuales los estudiantes les den sentido a las matemáticas en un contexto auténtico basado en problemas.

Echenique (2006) afirma que en las Matemáticas la actividad más importante y compleja es la resolución de problemas, porque los contenidos del área cobran sentido cuando es aplicable en una situación problema, en este proceso intervienen la comprensión lectora, el uso del lenguaje, los contenidos propios del área y los de otras disciplinas; si este tipo de situaciones problemas se trabajan de forma sistémica en el aula, dándole a los estudiantes la oportunidad de razonar y explicar su forma de afrontar y avanzar en el desarrollo de la actividad, es una estrategia para conocer las dificultades propias de la resolución de problemas, por esto es necesario darle un tratamiento adecuado a las estrategias y las técnicas de resolución desde su análisis, comunicación del pensamiento y debate con otras personas, razón por la cual a los estudiantes se les debe enseñar a pensar matemáticamente es decir, que mediante la resolución de problemas sean capaces de abstraer y aplicar ideas matemáticas en distintos contextos.

Como lo afirma Echenique (2006), en la educación básica primaria debe desarrollarse la base necesaria para que los estudiantes desarrollen con mayor probabilidad de éxito las situaciones problemas a las que se les enfrente, razón por la cual en este ciclo de educación los estudiantes deben tener los conocimientos básicos claros, estructurados e interconectados

Efecto de la enseñanza a través de la resolución de problemas, en el uso de los procesos cognitivos y metacognitivos de los estudiantes.

permitiendo enfrentarse en diversas situaciones, un método para resolver situaciones problemas con diversas estrategias para hacer uso de ellas cuando se requieran y por ultimo actitud positiva y perseverancia para afrontar el reto que implica resolver una nueva situación problema; sin embargo el autor aclara que contar con estas tres características en la educación básica primaria no es garantía que pueda resolver cualquier situación problema.

Calvo (2008) plantea que a los estudiantes se les debe presentar problemas con diferentes grados de complejidad, porque estas contribuyen al desarrollo de estrategias básicas en los niños y jóvenes para enfrentar situaciones problemas que se le presentan de manera reiterativa a lo largo de su vida, aplicando los conocimientos adquiridos en los diferentes niveles educativos; ante esta situación es necesario que a los estudiantes se les presente situaciones problémicas relacionadas con el contexto donde está inmerso el estudiante, puesto que, será más fácil al estudiante el análisis y comprensión de la situación porque es capaz de vivenciar el problema y manipular los objetos presentes, esto le permitirá estar en contacto y en relación con el entorno donde se presenta y desarrolla la situación problema planteada, de esta forma tendrán la capacidad lógica y matemática de desarrollar estrategias básicas para comprender y descubrir los datos presente para otorgar soluciones a lo planteado, así como las diferentes actividades de aprendizaje en distintas ocupaciones de su vida escolar y personal; en su mayoría estas acciones estimulan e incrementan los niveles de aprendizaje y creatividad fundamentales para sus actividades escolares basados en la práctica y el desarrollo lógico matemático para resolver problemas.

Calvo (2008) afirma que los estudiantes deben hallar la relación entre la Matemática y su vida mediante la construcción de los conceptos a través de la resolución de problemas; para entender esta relación es necesario que los estudiantes sean capaces de explicar y justificar el

Efecto de la enseñanza a través de la resolución de problemas, en el uso de los procesos cognitivos y metacognitivos de los estudiantes.

proceso utilizado en la resolución de problema, razón por el cual el problema debe ser un reto para el estudiante de acuerdo a su nivel de formación, que le implique un mayor esfuerzo para comprender la situación problema y no sea idéntica a alguna que haya resuelto anteriormente; para estos los estudiantes deben ser partícipes activos de su proceso de enseñanza en un ambiente que le permita reflexionar, explorar, discutir o dudar de su proceso resolutor, para lo cual se deben plantear diversas actividades que sean atractivas e interesantes para los estudiantes.

Vilanova et al. (2001) sostiene que la habilidad de plantear y resolver problemas debe tener bases generales en la profundización de los contenidos como en su formulación, el planteamiento y la resolución de problemas como enfoque central para la enseñanza de las matemáticas, se trata de contextualizarla en el ambiente social y cultural del estudiante, en la creación de sus procesos creativos y generativos del saber y del quehacer de las matemáticas desde su concepción, enfatizando la resolución de problemas como un método integral para el aprendizaje y la enseñanza de las matemáticas donde se forman procesos continuos de expansión transformados en conocimientos y el manejo de conceptos lógicos para el aprendizaje de las matemáticas principalmente en la resolución de problemas; la enseñanza matemáticas a través del manejo de conceptos y procedimientos permite crear en el estudiante procesos mediante el cual surgen actividades originadas a partir de las situaciones problemas como una construcción social que incluyen diagnósticos, pruebas y verificación de los resultados obtenidos a través del aprendizaje propio encaminado a situaciones problemas planteadas durante la enseñanza de la Matemática.

López (1992, citado por López, 2013) a través de protocolos históricos identificó distintos procesos mentales que intervienen en la resolución de problemas estos son:

Efecto de la enseñanza a través de la resolución de problemas, en el uso de los procesos cognitivos y metacognitivos de los estudiantes.

exploración, comprensión, adquisición de nueva información, análisis, planeación , implementación, monitoreo local y monitoreo global, estos procesos facilitan el pensamientos de tipo creativo y crítico; en el 2013 este mismo autor afirma que la fusión de los contenidos curriculares con la clase para pensar, facilita la evaluación y el desarrollo de los procesos mentales que están dentro de la resolución de problemas, la metacognición, el pensamiento creativo y crítico, entre los procesos que influyen el pensamiento de tipo crítico se encuentran el monitoreo local, monitoreo global y análisis porque involucra argumentos y justificaciones, dentro de los procesos mentales que tiene influencia en el pensamiento de tipo creativo se encuentran principalmente la planeación, que exige la consideración de estrategias alternativas y originales; y a su vez clasifico los procesos mentales dentro de la resolución de problemas como cognitivos y metacognitivos.

Los procesos dentro del evento de la resolución de problema definidos por López (2013) son ocho, estos son: la exploración, en este proceso se da la activación de los conocimiento previos de los estudiante en torno a lo cognitivo, problemas similares y estrategias de solución, para activar este proceso se pueden realizar preguntas como ¿Qué sabemos acerca de tema?, ¿hemos hecho algo así?; el segundo proceso es la comprensión, en este el estudiante se esfuerza por reconocer la naturaleza del problema reconociendo los datos del problema y la pregunta, para activar este proceso se puede realizar preguntas como ¿Qué sabemos acerca del problema?, ¿de qué se habla en el problema? ¿Qué nos dice el problema? planteamos el problema con nuestra palabras; el tercer proceso es la adquisición de la nueva información, en este proceso es el estudiante quien pide repetición de la pregunta o los datos para obtener nueva información, el cuarto proceso es el análisis en este el estudiante verifica los elementos del problema y realiza acciones como dividir el problema en partes,

Efecto de la enseñanza a través de la resolución de problemas, en el uso de los procesos cognitivos y metacognitivos de los estudiantes.

simplificarlo y seleccionar la operación a realizar para solucionar el problema, para activar este proceso se pueden realizar preguntas como ¿qué tenemos que averiguar primero?¿y después? ¿cómo podríamos simplificar el problema? ¿Cuáles son las palabras claves y que tenemos que hacer para resolver el problema?.

El quinto proceso identificado por el autor es la planeación, en este el estudiante toma las decisiones acerca del procedimiento, identificando anticipadamente que va a realizar antes y después para resolver el problema, para activar este proceso se pueden realizar las siguientes preguntas: ¿cómo vamos a solucionar el problema?, ¿qué estrategias vamos a utilizar para resolver el problema?; el sexto proceso es la implementación, en este momento el estudiante pone en práctica el plan o la estrategia trazado en el proceso anterior, este proceso se ve evidenciado cuando el estudiante inicia la resolución del problema; el séptimo proceso es el monitoreo local en este el estudiante reflexiona sobre su proceso resolutor, las actividades y estrategias que va implementando, incluye la autorregulación y el auto chequeo, y en ocasiones la estrategia remedial, este proceso se puede potencializar mediante preguntas como: ¿Cómo sabes que lo estás haciendo bien o correctamente?; el octavo y último proceso es el monitoreo global en este el estudiante reflexiona sobre la forma como llevó a cabo o soluciono el problema, las acciones y las actividades realizadas, implementando en ocasiones la estrategia remedial, este proceso se potencializa mediante preguntas como: ¿sabes si el proceso fue acertado?¿resolviste el problema correctamente?.

López (2013) divide los procesos de resolución de problemas en dos categorías cognitivos y metacognitivos e identifica los procesos de orden cognitivos como aquellos procesos reales en la resolución de problemas, es decir el quehacer en el proceso, estos

Efecto de la enseñanza a través de la resolución de problemas, en el uso de los procesos cognitivos y metacognitivos de los estudiantes.

procesos son: exploración, comprensión, adquisición de nueva información, análisis e implementación; los procesos de orden metacognitivo son aquellas actividades autónomas para tener el control del proceso resolutor y de su aprendizaje, en este se regulan los procesos cognitivos y el pensamiento acerca de las operaciones cognitivas, los procesos de la resolución de problema de orden metacognitivo son la planeación, monitoreo local y monitoreo global o evaluación.

López (2013) identifica tres procesos de orden metacognitivos, estos procesos son: planeación, monitoreo y evaluación; el primer proceso metacognitivo es la planeación, en este el estudiante reflexiona e identifica un problema y busca estrategias para cumplir la meta y/o resolver el problema; el segundo proceso es el monitoreo, este cuenta con cuatro aspectos el primero de ellos es clarificar, en este el estudiante aclara elementos o información que desconoce, el segundo elemento es la revisión que es el seguimiento continuo de su propio proceso resolutor enfocándose en su contenido, organización y coherencia, el tercer aspecto es la estrategia remedial, este se aplica si se identifica en el proceso que se lleva a cabo errores con el propósito de remediar, el cuarto y último aspecto de este segundo proceso es el generar preguntas, en este el propio estudiante genera preguntas con el propósito de comprender el problema; el tercer proceso metacognitivo es el monitoreo global o evaluación, este cuenta con tres elementos el primero de ellos es evaluar, en este resolutor se enfoca en realizar una evaluación al finalizar el proceso, el segundo elemento es la estrategia remedial en este el estudiante realiza correcciones al finalizar el proceso y el tercer elemento es generar preguntas, en este el estudiante por medio de pregunta autoevalúa su comprensión.

Efecto de la enseñanza a través de la resolución de problemas, en el uso de los procesos cognitivos y metacognitivos de los estudiantes.

Enseñanza basada en problemas

Cheung y Taylor (1991, citado por López y Costa, 1996), manifiestan que el proceso de enseñanza basada en la resolución de problemas es interactivo entre profesor, alumnos, contextos problemáticos y tareas, teniendo en cuenta los conceptos, las experiencias y el lenguaje, y partiendo de los contextos problemáticos, las tareas-problemas y los problemas que facilitan la construcción del conocimiento conceptual y procedimental; por su parte López y Costa (1996) proponen un modelo de enseñanza centrado en la resolución de problemas en el cual se organiza la enseñanza para mejorar el aprendizaje, permitiendo a los docentes bosquejar estrategias adaptadas a los contenidos programáticos del área en que se desempeña el docente.

El modelo centrado en la resolución de problemas propuestos por López y Costa (1996), se caracteriza porque la enseñanza y el aprendizaje se centran en la resolución de problemas, este modelo inicia con la exploración y el cuestionamiento en contextos problemáticos siendo estos fundamentales en el proceso del aula. En el desarrollo de la clase los conceptos de manera progresiva se identifican, maduran, operacionalizan, desarrollan y formalizan, y en ciertos momentos el docente los puede utilizar como tareas-problemas, en cuanto a estos últimos y a los problemas se pueden utilizar respetando las características y finalidades de cada uno.

Rebollar, Ferrer, Carmenate y García (2013), afirman que el aprendizaje es un proceso permanente que inicia sobre los conocimientos ya formados en estructuras cognitivas establecidas, y sobre esta estructura se construye el nuevo conocimiento en entornos de

Efecto de la enseñanza a través de la resolución de problemas, en el uso de los procesos cognitivos y metacognitivos de los estudiantes.

problemas y situaciones reales que permiten la contextualización de los conocimientos, este aprendizaje se desarrolla en cuatro momentos, el primer momento es la resolución de problemas con los conocimientos adquiridos, enfrentando problemas en la que sea necesario buscar conceptos, propiedades, hechos y relaciones no conocidas, en un segundo momento se realiza la elaboración de conceptos, propiedades y relaciones que permitan la fundamentación del plan de solución y el sistema lógico de resolución; el tercer momento es la fijación de conceptos, propiedades, relaciones con la fundamentación de las vías de solución y la estructura lógica del problemas y el cuarto y último momento es el análisis de los sistemas de problemas con nuevas vías de solución.

Según Rebollar, Ferrer, Carmenate y García (2013), la enseñanza a través de la resolución de problemas está caracterizada por el planteamiento y resolución de ejercicios y problemas en la cual se produce aprendizaje, en este se plantean problemas complejos en el que es necesario relacionar nuevos conocimientos con los objetos de enseñanza como los conceptos, los procedimientos, las propiedades, relaciones, hechos y fenómenos; estos autores proponen tres momentos para dirigir el proceso de enseñanza en cualquier asignatura desde la estructuración de la clase, en el primer momento se propone el planteamiento, la comprensión y solución de los problemas para preparar nuevos contenidos; en un segundo momento se encuentra la elaboración de conceptos, procedimientos, propiedades, relaciones, hechos y fenómenos que hacen parte del sistema de conocimientos y habilidades que son componentes en la resolución de problemas; en un tercer momento se encuentra la fijación de los elementos mencionados en el segundo momento estimulando el uso de los conocimientos y habilidades a través de la resolución de problemas.

Efecto de la enseñanza a través de la resolución de problemas, en el uso de los procesos cognitivos y metacognitivos de los estudiantes.

Vizcarro y Juárez (2008), afirma que el docente cumple un papel fundamental en la resolución de problemas, porque es el responsable de la creación de problemas significativos y relevantes para el estudiante, apoya en la identificación de las necesidades de información, estimula la exploraciones a través del descubrimiento, motiva en el desarrollo del trabajo y guía para alcanzar las metas de aprendizaje propuestas, basada en una relación de igualdad y mutuo respeto con el estudiante, este adquiere responsabilidades en la resolución de problemas, porque busca, comprender y trabaja para alcanzar sus objetivos; para esto es necesario la construcción de un currículo basado en problemas, organizado temáticamente, construido por un equipo docente con formación en distintas disciplinas, dándole la misma importancia a los conocimientos como a los procesos de aprendizaje.

La clase para pensar es el programa de formación presencial y virtual, utilizado en la presente investigación para aplicar la enseñanza a través de la resolución de problemas en el uso de los procesos cognitivos y metacognitivos de los estudiantes, este programa tiene como meta formar individuos que comprendan y transfieran lo aprendido a situaciones nuevas, utilizando indicadores de desempeños, problemas de tipo creativo, analítico-crítico o práctico; facilitando la formación de estudiantes que resuelvan problemas en un mundo cambiante y adquieran estrategias para toda la vida ante las diferentes situaciones problemas que se le presenten, facilitando el pensamiento crítico, creativo y constructivo, con el propósito de emprender acciones laborales potencializando la responsabilidad social y el emprendimiento respondiendo al progreso global (López, 2013).

López (2000, citado por López, 2013) sostiene que la clase para pensar busca que el estudiante pueda transferir lo aprendido a nuevas situaciones en el contexto en que se encuentra inmerso a través de la comprensión, está busca que en el proceso de aprendizaje se

Efecto de la enseñanza a través de la resolución de problemas, en el uso de los procesos cognitivos y metacognitivos de los estudiantes.

profundice en las respuestas efectivas y apropiadas a las necesidades humanas por parte de los estudiantes, brindando estrategias de aprendizaje que potencialicen diversas actividades, la clase para pensar se construyó como lo afirma López (2013), desde la orientación de un aprendizaje basado en la resolución de problemas en el cual aprender implica resolver un problema, investigar o contestar una pregunta, facilitando la resolución de problemas de tipo creativo, crítico o práctico, sin dejar de lado los diferentes aspectos del desarrollo humano que se busquen potencializar en la clase y la concepción disciplinar donde se fusionen los procesos y los contenidos subyacentes de cada una de las disciplinas.

López (2013), sostiene que la clase para pensar facilita el desarrollo de grandes ideas y amplios conceptos, el aprendizaje y el desarrollo del pensamiento del estudiante como la comunicación, las conexiones, las representaciones, el razonamiento y prueba, y la resolución de problemas mediante la implementación de una serie de estándares de procesos, favoreciendo las mentes respetuosas, ética, creativa, sintética y disciplinar (Gardner, 2007, citado por López, 2013), a partir de la evaluación continua de los procesos, conocimientos, talentos, fortalezas, intereses, perfil de aprendizaje y necesidades afectivas de los estudiantes. La clase para pensar está diseñada para promover la formación integral de los estudiantes en los aspectos espiritual, intelectual, social y físico desde la educación del corazón y la mente, brindando estrategias de aprendizaje que facilitan entre otras cosas actividades enfocadas en el emprendimiento de acciones que reflejen la formación del estudiante, amor por el aprendizaje y conciencia por las necesidades de la sociedad, mediante acciones educativas que llevan a los estudiantes a respetar la diversidad, a desarrollar sensibilidad cultural y a tener una perspectiva global como lo expone López (2013).

Efecto de la enseñanza a través de la resolución de problemas, en el uso de los procesos cognitivos y metacognitivos de los estudiantes.

López (2013), manifiesta que la clase para pensar facilita la comprensión mediante la conexión entre los conceptos previos y los nuevos conceptos por medio de conflictos cognitivos evidenciándose en la transferencia de lo aprendido a nuevas situaciones, en este proceso se pone en práctica los propósitos de esta enseñanza basada en la resolución de problemas como lo son, el apoyo a los estudiantes en la realización de los problemas y actividades planteadas, la facilitación del pensamiento en el estudiante mediante la utilización de los procesos y estrategias de resolución de problemas, el pensamiento creativo, el pensamiento crítico y la metacognición, la provocación del aprendizaje activo de conceptos mediante conflictos cognitivos a partir del desequilibrio entre los conceptos informales, superficiales, concepciones erróneas y los conceptos nuevos, más formales y de orden científico, y el propiciamiento de desempeños que permitan al estudiante transferir lo aprendido de forma independiente a nuevas situaciones y conceptos propios del contexto.

Desde la concepción de la clase para pensar los docentes son personas mediadoras, o como lo exponen Silva y Ávila (1998, citado por López, 2013) los docentes son facilitadores que orientan a los estudiantes hacia la construcción, creación, crítica, indagación, descubrimiento y formación de nuevos conceptos; apoyando esta afirmación, López (2013) manifiesta que los docentes son mediadores en la construcción del aprendizaje porque estos facilitan en sus estudiantes el uso de los procesos de orden crítico, creativo y metacognitivo mediante el fomento de autocuestionamientos propiciando el descubrimiento de sí mismo como seres humanos éticos, responsables y con valor de saber, siendo los docentes conocedores permanentes de las diferencias individuales, de los ritmos y estilos de aprendizaje de sus estudiantes, alimentando la autonomía e iniciativa de sus estudiantes utilizando en lo

Efecto de la enseñanza a través de la resolución de problemas, en el uso de los procesos cognitivos y metacognitivos de los estudiantes.

posible ayudas educativas concretas e interactivas contextualizando las situaciones problemas presentadas.

López (2013) afirma que la clase para pensar propicia procesos educativos enriquecedores, porque le brinda herramientas a los docentes para realizar planes de clases centrados en los estudiantes cuyas respuestas de los estudiantes sean las guías orientadoras del desarrollo de la clase, generando transformaciones educativas que impliquen cambios en las estrategias de instrucción tradicional modificando el contenido sin dejar de lado la filosofía y el currículo de las instituciones educativas donde laboran los docentes, resaltando la relación entre los docentes y estudiantes respondiendo a las necesidades afectivas, sociales e individuales de ambos, evidenciando el amor y el cuidado personal por el otro, conociendo con anterioridad la comprensión de los estudiantes de los conceptos antes de compartir su propia interpretación de los mismos, promoviendo la indagación y el conflicto cognitivo al plantear y solicitar preguntas abierta para facilitar la reflexión.

La clase para pensar como lo manifiesta López (2013), utiliza situaciones problemas abiertas que correspondan a la zona de desarrollo potencial de los estudiantes (Vygotsky, 1972 citado por López, 2013), para favorecer la reflexión sobre la relevancia y el interés de las situaciones propuestas brindando sentido al estudio de esta sin dejar de lado el programa curricular y de desarrollo humano, y de esta manera incentivarlos y motivarlos para aprender. En el área de matemáticas se utilizan un conjunto de estrategias de aprendizaje para desarrollarla a través de la resolución de problemas, enfatizando en el uso de los procesos cognitivos y metacognitivos del evento, en esta se busca la comprensión de los fundamentos del pensamiento matemático formal (pensamiento numérico, geométrico, métrico, algebraico y aleatorio) e informal, de teorías implícitas y de conceptos espontáneos alrededor del proceso

Efecto de la enseñanza a través de la resolución de problemas, en el uso de los procesos cognitivos y metacognitivos de los estudiantes.

de la resolución de problemas, estándares lineamientos y derechos básicos de aprendizaje (López, 2000, citado por López, 2013).

La clase para pensar a través de desempeños, problemas, e investigaciones, busca que los estudiantes aprendan haciendo, mediante la integración de distintas perspectivas contemporáneas del aprendizaje como lo son: el aprendizaje orientado hacia el pensamiento adaptando principios de la enseñanza para la comprensión, la entrevista flexible y el aula diferenciada; implementando estrategias de aprendizaje, orientadas desde la educación fundamentadas en estándares, facilitando el acceso a procesos y estrategias cognitivas y de un aprendizaje activo, partiendo desde las teorías cognitivas y educativas que predominan en el mundo contemporáneo (López, 2013).

López (2013), plantea que la entrevista clínica fue diseñada por Jean Piaget en 1965 para evaluar el pensamiento espontáneo de los niños, los procesos de pensamiento y así comprender el estado mental de estos; Piaget (1965, citado por López, 2013) afirma que la observación del sujeto durante la entrevista es la herramienta fundamental que acompaña la respuesta del entrevistado, en esta se da a conocer los procesos de pensamiento, para lo cual el entrevistador crea preguntas, problemas y experimentos para comprobar sus hipótesis, en 1998 Ginsburg, Jacobs y López llevan todas las características de la entrevista clínica al aula de clases adaptandola para ser usada en grupos grandes y pequeños, llamándola entrevista flexible para brindarle a los docentes comodidad al utilizar un término de orden académico, razón por el cual Ginsburg (1997, citado por López, 2013) afirma que el contexto mental del estudiante se establece mediante la implementación de estrategias que permiten determinar la atención y motivación de estos durante la entrevista.

Efecto de la enseñanza a través de la resolución de problemas, en el uso de los procesos cognitivos y metacognitivos de los estudiantes.

López (2013) expone que la entrevista flexible es una herramienta para evaluar los procesos y las estrategias que se utilizan para realizar una actividad en el pensamiento mediante el diálogo con los estudiantes, en este se extiende el diálogo de la entrevista para brindar pistas y apoyo a los estudiantes en la zona de desarrollo próximo, facilitando el andamiaje, propiciando el conflicto cognitivo, la comprensión de conceptos, el desarrollo de la reflexión metacognitiva y el pensamiento, a través de preguntas abiertas que guíen el diálogo para llevarlo a la zona de desarrollo potencial, la implementación de la entrevista flexible produce avances cognitivos en los estudiantes, puesto que resuelven problemas, desarrollan el pensamiento crítico, creativo y metacognitivo como lo manifiestan en sus investigaciones Ginsburg (1997, citado por López, 2013) y Ginsburg, Jacobs y López (1998, citado por López, 2013).

Estado del arte

Resolución de problemas matemáticos

Pifarré y Sanuy (2001) realizaron una investigación sobre la enseñanza de estrategias de resolución de problemas matemáticos, en la que participaron 60 alumnos (tres grupos-clase) de tercer curso de ESO del instituto de secundaria IES Ronda, los alumnos pertenecen a un nivel sociocultural medio-bajo de la ciudad de Lleida, el análisis estadístico de los resultados obtenidos por los dos jueces se ha realizado mediante la prueba estadística de correlación de Pearson, estableciendo una fiabilidad muy alta entre los dos jueces ($r = 0,86$ a 1); los resultados obtenidos en referencia al nivel de aprendizaje después de realizar la propuesta didáctica son muy positivos puesto que, se ha realizado una comparación de medias aplicando una prueba t-student utilizando el software SPSS y se observa un incremento

Efecto de la enseñanza a través de la resolución de problemas, en el uso de los procesos cognitivos y metacognitivos de los estudiantes.

estadísticamente significativo respecto al nivel de aprendizaje inicial, tanto en la resolución individual de problemas ($t(1,59) = 8,93$; $p = ,000$) como en la resolución de problemas en pareja ($t(1,59) = 5,65$; $p = ,000$), los que permite afirmar que las características de la propuesta didáctica inciden positivamente en el proceso de aprendizaje de los alumnos.

Astola, Salvador, y Vera, (2012) estudiaron la efectividad del programa "GPA-RESOL" en el incremento del nivel de logro en la resolución de problemas aritméticos aditivos y sustractivos en estudiantes de segundo grado de primaria de dos instituciones educativas, una de gestión estatal y otra privada del distrito de San Luis, lima - Perú. Esta investigación es de tipo cuasi-experimental, con una muestra de 94 estudiantes (49 grupo experimental y 45 grupo control) el instrumento utilizado es Adaptación de la Evaluación Censal de Estudiantes en Resolución de Problemas – segundo grado de primaria. Los resultados muestran que la media en los estudiantes del grupo experimental (GE) es de 16.4 (sobre 19), mientras que la media de los estudiantes del grupo control (GC) es de 11.7, esto significa que culminaron con una diferencia en su nivel de logro de resolución de problemas aritméticos aditivos y sustractivos. Los resultados obtenidos confirman que los estudiantes del grupo experimental, en su mayoría, han interiorizado las fases para la resolución de problemas propuestos por el MINEDU (2011), siguiendo la línea de Polya (1974), las cuales se trabajaron durante la ejecución del programa GPA - RESOL. En la primera fase los estudiantes comprendieron el problema mediante preguntas, segmentando el enunciado y reformulando el problema, en la segunda fase los estudiantes diseñaron o adaptaron una estrategia, seleccionando una o más estrategias: actuar, graficar, operar, modificar y ensayar respuestas, cuya nominalización favoreció su interiorización y reutilización según Ryan, citado por García (2003). Al ejecutar su plan comprobaron sus hipótesis y aplicaron reajustes si la situación lo requirió.

Efecto de la enseñanza a través de la resolución de problemas, en el uso de los procesos cognitivos y metacognitivos de los estudiantes.

Procesos de resolución de problemas cognitivos

Martínez (2012), planteó la investigación sobre resolución de problemas de estructura aditiva con estudiantes de segundo grado de educación primaria, con un enfoque cualitativo, de tipo descriptivo y explicativo con una muestra de 10 estudiantes de una escuela primaria pública del distrito federal (México), el estudio inició con los niños en 1° grado y se dio el seguimiento cuando estaban en segundo grado con edades entre 6 a 8 años, utilizaron el cuestionario de problemas de estructura aditiva teniendo en cuenta la clasificación de Maza (1999, citado por Martínez 2012) sobre los dos diferentes tipos y subtipos de problemas (combinación, cambio comparación e igualación) del modelo funcional matemático, así mismo se consideraron las tres primeras categorías de los problemas de estructuras aditivas de Vergnaud (2010, citado por Martínez 2012); los resultados de esta etapa muestran que los estudiantes desarrollaron tres ideas intuitivas sobre el sistema de numeración decimal indo-arábico, que coinciden con las de Lerner y Sadovsky (1994, citado por Martínez 2012).

La entrevista clínica individual permitió indagar cómo los alumnos habían resuelto los problemas de estructura aditiva del cuestionario inicial, esta se fundamentó en el método clínico de Jean Piaget, en la que una buena entrevista clínica es aquella en la que se consigue que el sujeto se exprese libremente y nos comunique los aspectos básicos de su pensamiento; en lo que se refiere a la resolución de problemas de estructura aditiva, la mayoría de los niños recurrió a la estrategia del complemento para resolver los tipos y subtipos de problemas de: combinación con diferencia e inicio desconocido, cambio aumentado con cambio e inicio desconocido, cambio disminuyendo con final y cambio desconocido, igualación con diferencia y pequeño desconocido, los investigadores consideraron que los pequeños escogieron esa estrategia porque probablemente era la que más utilizaban en clases, con ella resolvían los

Efecto de la enseñanza a través de la resolución de problemas, en el uso de los procesos cognitivos y metacognitivos de los estudiantes.

problemas al añadir o quitar objetos sin necesidad de realizar los algoritmos convencionales de la suma y la resta, además contaban objetos o dibujos de uno en uno; en el análisis de los investigadores observaron que hubo categorías que se presentaron en la resolución de dos o más problemas considerando que eran las estrategias con las que los niños estaban familiarizados, al igual hubo categorías que tuvieron presencia en un solo tipo y subtipo de problemas.

Los niños representan extremadamente la resolución de los problemas aditivos de diferentes maneras las cuales son válidas, pues las situaciones individuales de los niños propician un desarrollo cognitivo diferente, los soportes de representación que los niños elaboran para resolver un problema aditivo se ven influidos por las situaciones didácticas implícitas en el mismo problema y los procesos cognitivos de los alumnos; el docente con el conocimiento de las diferentes formas de representación externa, de la resolución de problemas puede favorecer la potencialidad de sus estudiantes para resolver diferentes problemas aditivos, los niños al resolver diferentes tipos y subtipos de problemas aditivos, desarrollan competencias como: comprender los problemas, razonar los procedimientos para resolver uno u otro problema, argumentar sus formas de representar la resolución, su expresión oral y escrita al interactuar ideas y comunicar sus resultados a sus compañeros y sobre todo la autonomía en la decisión de resolver por uno u otro procedimiento.

Rodríguez y Santillán (2009), implementaron un método y estrategias de resolución de problemas matemáticos utilizadas por cincuenta y siete estudiantes de sexto grado de primaria de nueve escuelas en la ciudad de México, tomados de manera intencional con un enfoque mixto, utilizando dos instrumentos: (1) Prueba de resolución de problemas matemáticos: Conformada por catorce problemas matemáticos, y (2) la Entrevista semi-

Efecto de la enseñanza a través de la resolución de problemas, en el uso de los procesos cognitivos y metacognitivos de los estudiantes.

estructurada: para conocer los procedimientos seguidos por los niños en estos problemas; los resultados de la aplicación de estos instrumentos arrojaron que la mitad de los estudiantes (49%) comprendió totalmente lo que preguntaba el problema de Números fraccionarios, cuatro de cada diez sólo lo comprendió de forma parcial, en este grupo, la principal dificultad remite a la impulsividad en la lectura, ya que 16% entendió el planteamiento del problema, los conceptos y las operaciones que era necesario realizar pero confundieron lo que les pedía la pregunta, Por otra parte el 14% de los estudiantes de este mismo grupo distinguió claramente cuál era la incógnita, pero no contaba con el marco conceptual suficiente para comprenderla ni supo qué operaciones deben utilizar.

El 9% restante de los estudiantes comprendieron la pregunta y los conceptos pero no identificaron las operaciones, infiriendo que si bien los conocimientos previos juegan un rol fundamental en la resolución de problemas, en el caso de los problemas difíciles tal herramienta resulta determinante, pues ante su ausencia los estudiantes difícilmente podrán recurrir a otro recurso; la variable comprensión parece tener un mayor impacto en la resolución exitosa, ya que es mayor la proporción de respuestas correctas entre quienes comprenden el problema que entre aquellos que sólo cuentan con adecuados conocimientos previos. El análisis estadístico muestra que en efecto la variable comprensión tiene una correlación más fuerte con la correcta solución del problema que el manejo de conocimientos previos ($r=0.720$, $p<0.001$), la excepción se presenta en el problema de Áreas y Cuerpos Geométricos, donde los conocimientos previos presentaron el coeficiente más alto, reiterando el análisis hecho por el grupo investigador, puesto que el manejo de conceptos adecuados sobre el prisma y sus características era determinante para la solución.

Efecto de la enseñanza a través de la resolución de problemas, en el uso de los procesos cognitivos y metacognitivos de los estudiantes.

Procesos de resolución de problemas metacognitivos

Troncoso (2013), a través de esta investigación cuasi-experimental determinan las implicaciones de estrategias metacognitivas en el aprendizaje de las matemáticas, en estudiantes matriculados en una institución pública de estrato 1 en el departamento del Tolima con cinco estudiantes de sexto grado los cuales cumplieron en su totalidad el proceso, la estrategia metacognitiva implementada se fundamenta en la propuesta realizada por Mateos (2001, citado por Troncoso (2013), en la que establece una serie de pasos a través de los cuales se empodera al estudiante de su proceso de aprendizaje de manera gradual hasta estar en capacidad de utilizar los conocimientos adquiridos de forma autónoma y pertinente, el proceso comienza con una instrucción explícita seguida de una práctica individual, se pasa a una etapa de trabajo cooperativo y por último se realizan actividades individuales.

La investigación está enmarcada por dos pruebas una diagnóstica (pretest) y otra de referencia (postest) para establecer el progreso y mejora de los estudiantes, específicamente en la resolución de problemas con operaciones básicas; estos son talleres fundamentados en preguntas , para la etapa de la suma se le pidió a los estudiantes que resaltaran o extrajeran de cada pregunta la parte que les indicara que la operación a realizar era una suma, en el caso de la resta y la división se les pidió que justificaran con sus palabras la razón por la cual había que hacer éstas operación. Al realizar el análisis en el caso de la suma se presentan casos contradictorios pues algunos estudiantes como el 2 y el 5 presentan mejoría en esta operación, los estudiantes 4 y 3 mantuvieron su nivel de desempeño, pero en el caso el de la estudiante 1 el nivel de desempeño disminuyó; en el caso de la resta donde se afianzaba mejor la estrategia metacognitiva los datos son más confiables pues en la mayoría de los casos los desempeños mejoraron o se mantuvieron en el mismo nivel, en este momento la consolidación de los

Efecto de la enseñanza a través de la resolución de problemas, en el uso de los procesos cognitivos y metacognitivos de los estudiantes.

estudiantes al implementar las técnicas y los pasos para resolver los talleres les eran más familiares y sus procedimientos eran más sistemáticos.

La concordancia que existe entre el comportamiento de los niveles de desempeño de los estudiantes entre el test inicial y el final, y la intencionalidad de la estrategia metacognitiva de Mateos (2001, citado por Troncoso 2013) que pretende ceder el control del aprendizaje al estudiante, permite establecer que existe una relación directamente proporcional entre la mejora de los desempeños de los estudiantes y el control que poseen de su aprendizaje, asegurando que para que un estudiante mejore su nivel de aprendizaje en la matemática se debe buscar la manera de que se apropie del control.

Lee, Sheng, Hong (2014), elaboraron una investigación de carácter cualitativo con un diseño cuasi experimental en la que dan a conocer una instrucción metacognitiva para abordar problemas matemáticos no rutinarios en estudiantes de cuarto de primaria, en esta investigación participaron sesenta y tres estudiantes de dos grupos, cuarenta para el grupo experimental y treinta y nueve del grupo control, de estas se excluyeron del análisis de datos nueve estudiantes de la clase experimental y siete del grupo control debido a su ausencia, estas muestras se escogieron a conveniencia con edades entre los 9 a 10 años en la ciudad de Singapur; para el análisis de esta investigación se utilizó la escala Likert de cuatro puntos, de 1 (casi nunca verdadero) a 4 (casi siempre verdadero), puntuaciones más altas indicaban una percepción más positiva de sus problemas de disposición (es decir, una mayor confianza, mayor disposición a abordar un problema y un mayor control), sin embargo la redacción de algunas preguntas había sido invertida para reducir sesgo de respuesta, una puntuación más alta podría reflejar también una percepción menos positiva de su disposición para resolver problemas.

Efecto de la enseñanza a través de la resolución de problemas, en el uso de los procesos cognitivos y metacognitivos de los estudiantes.

Los resultados del grupo experimental sobre las personas del control fueron más altos, indicando que eran mejores en controlar sus emociones y su comportamiento durante la resolución de problemas ($SMD = 0.26$), después de la intervención en resolución de problemas en menor medida pero no insignificante, los resultados de la comparación del posttest reveló también que algunos estudiantes (al menos) en la clase experimental había ganado una mayor confianza en su capacidad de resolución de problemas ($SMD = 0.20$) después de la intervención, en general los hallazgos muestran que los estudiantes mejoraron la forma en que iniciaron el proceso de resolución de problemas y a cierto punto desarrolló un enfoque metacognitivo más hacia la solución del problema matemático, esto afirma la convicción que tenemos acerca de la metacognición que basado en la instrucción el estudiante puede llevar a cabo la resolución del problema.

Li, Kornell, Pouget y Cantlon. (2014) realizaron la investigación de carácter cuantitativo titulada “los niños pequeños apuestan en sus habilidades numéricas: La metacognición en el dominio numérico”, en la que se intentó reclutar de 45 a 50 participantes, distribuidas aproximadamente en tres grupos entre los 5 a 8 años, para los instrumentos se calcularon tres medidas de la metacognición para cada niño: Φ , Γ y el área bajo la curva estimada receptor-operativo característica de la curva (ROC), o $A' \text{ ROC}$, en esta los niños completaron una evaluación inicial de riesgo-preferencia, la tarea de apuestas metacognitivas para ambos tipos de estímulos y por último pruebas de inteligencia estandarizadas, en esta investigación se calculó Φ como una correlación parcial de la precisión y el riesgo que controló el tiempo de respuesta discriminada para probar si el tiempo de respuesta era un predictor importante de los juicios de confianza de los niños, los resultados muestran que la correlación Φ permaneció significativa para la tarea número ($M = 21$), $t(40) = 6.26$, $p < .001$ y

Efecto de la enseñanza a través de la resolución de problemas, en el uso de los procesos cognitivos y metacognitivos de los estudiantes.

la tarea de la emoción ($M = .17$), $t(42) = 4.80$, $p < .001$, lo que sugiere que los juicios de confianza de los niños dependía de una representación interna de la incertidumbre que es independiente del tiempo de respuesta.

Teniendo en cuenta los conceptos de metacognición y educación, la investigación decidió profundizar en la posible relación entre dominio específica metacognición y desarrollo cognitivo, en la que se correlacionaron puntajes metacognitivo de los niños de la PCA con su resultados de las pruebas aplicadas en la escuela, la sensibilidad metacognitiva en sentencias numéricas, se correlacionaron con los puntajes de los niños en la prueba de matemáticas en la tarea de número del TEMA 3 $r(30) = .52$, $p < .001$, es decir que los niños que tenían una sensibilidad metacognitiva tendían a desarrollar la tarea de número de forma correcta. Ninguna medida de la metacognición se correlacionó significativamente con puntuaciones de inteligencia general medida por las tareas de KBIT-2 - tarea de emoción: $r(30) = .11$, $p = .55$, tarea de número: $r(30) = .13$, $p = .46$, esto fue evidencia del dominio específico de la metacognición en la cual la metacognición numérica de los niños está especialmente relacionado con sus habilidades matemáticas.

Bernal, Figueroa, Ramírez, Triana, Gaitán, González, y Uribe (2006), realizaron una investigación de carácter cualitativo con una muestra no probabilística de treinta y cuatro niños y niñas de segundo grado de tres colegios de Bogotá, en la que buscan determinar cómo suman los niños, teniendo en cuenta los procesos de razonamiento, la metacognición y creatividad, para lo cual el instrumento que se aplicó es la estrategia Peva (pensar en voz alta), este método permite dar cuenta de la forma como el sujeto accede al conocimiento y los mecanismos que utiliza para construir soluciones en situaciones problema; así mismo, se diseñaron dos entrevistas semi-estructuradas: una para los niños, con la que indagaron de

Efecto de la enseñanza a través de la resolución de problemas, en el uso de los procesos cognitivos y metacognitivos de los estudiantes.

manera fundamental el proceso seguido por ellos para resolver las situaciones problema planteadas; y otra aplicada a las maestras, con la pretensión de complementar la información dada por los niños, entre los resultados obtenidos sobre la metacognición se encontró el indicador de la supervisión, consistente en la posibilidad de reflexionar acerca de las acciones cognitivas que están en marcha y examinar sus consecuencias o preguntarse acerca de las acciones que se están realizando, en esto los niños presentaron este indicador al momento de reconocer errores cometidos, principalmente al responder a la entrevista semi-estructurada.

Los investigadores señalan que otro indicador que da cuenta del proceso de metacognición es relacionar información, que hace parte de la categoría de conocimiento haciendo referencia a la posibilidad de retomar información previa, organizarla coherentemente para responder así a la pregunta problema, razón por el cual sugieren que al momento de construir problemas matemáticos tener presente la importancia de innovar en cuanto a los contextos involucrados, de modo que lo que se plantee sea llamativo y significativo para los niños; es decir, usar en las situaciones problema elementos actuales y cotidianos que tengan influencia importante en las representaciones del niño, y a su vez, que la formulación misma en lo referente a estructura, redacción y lenguaje no siga alimentando la repetición y mecanización que encontramos actualmente, sino que permita la asimilación, interiorización y comprensión de las acciones que se llevan a cabo al momento de resolver una situación problemática particular.

DiGiacomo, (2.014), realizó una investigación en la que participaron 30 estudiantes de sexto y séptimo grado que estaban aprendiendo sobre probabilidad como parte de su plan de estudios de matemáticas, los cuales fueron asignados al azar a un grupo de tratamiento o a un grupo de control, esta investigación se realizó con el propósito de mejorar el autocontrol y

Efecto de la enseñanza a través de la resolución de problemas, en el uso de los procesos cognitivos y metacognitivos de los estudiantes.

autorreflexión a través de una intervención de habilidades de autorregulación incrustado en un currículo de matemáticas de secundaria en la ciudad de New York, aquí se indagó sobre los efectos de una estrategia de intervención sobre autorregulación diseñada para mejorar la exactitud de calibración de los participantes, habilidades de autorregulación y rendimiento matemático; en esta investigación el grupo de tratamiento recibió una intervención que fue construida sobre monitoreo previamente acertado y las intervenciones de la autorregulación, porque los procesos de monitoreo y reflexión fueron el foco principal de esta intervención, al ser claves en muchos modelos bien validados de autorregulación del aprendizaje porque se ha encontrado que afectan el rendimiento académico y en general la habilidad de autorregulación.

Para el análisis cualitativo se utilizaron entrevistas para recopilar información acerca de los procesos de supervisión de los participantes durante la resolución de problemas, las preguntas iban enfocadas a indagar sobre los pasos que tomaron para resolver los problemas, las estrategias que usaron para resolver los problemas, y la percepción de por qué resolvieron exitosamente o no los problemas, los resultados muestran que los participantes mencionaron que el problema era fácil, fueron en su mayoría los que probablemente utilizan estrategias que les ayudaron con precisión a responder eficientemente el problema, mientras que los participantes que mencionaron que el problema era difícil, la gran mayoría de ellos no utilizaron una estrategia para resolver el problema; cuantitativamente realizaron un análisis de varianza (ANOVA) de medidas repetidas multifactorial en las mediciones de la encuesta recogió tres veces durante todo el estudio, observándose que no existe ningún efecto significativo de tratamiento o de grado en la escala total (tratamiento, $F(1,26) = 1.656$, $p = .210$, $\eta^2 = .06$; grado, $F(1,26) = 3.859$, $p = .06$, $\eta^2 = .129$) o cualquiera de las cinco

Efecto de la enseñanza a través de la resolución de problemas, en el uso de los procesos cognitivos y metacognitivos de los estudiantes.

subescalas. Es decir, que no se determinó la efectividad de la intervención sobre el uso de estrategias metacognitivas durante la resolución de problemas.

Bara (2001), implementó estrategias metacognitivas y de aprendizaje mediante un estudio empírico sobre el efecto de la aplicación de un programa metacognitivo y el dominio de las estrategias de aprendizaje en estudiantes de E.S.O (Educación secundaria obligatoria), B.U.P, (Bachillerato Unificado Polivalente) y universidad, para lo cual realizó una investigación de carácter cualitativo con un primer muestreo al azar entre colegios públicos de Madrid con alumnos de secundaria, la muestra está compuesta por un total de ciento diecisiete adolescentes a los cuales se le aplicó dos instrumentos, el primero de ellos es la escala de estrategias de aprendizaje – ACRA, con esta prueba se alcanza un doble objetivo: por un lado, el diagnóstico de las estrategias de aprendizaje cognitivas y metacognitivas, y por otro, el diagnóstico específico de cada uno de los procesos que intervienen en el aprendizaje: adquisición, codificación, recuperación y apoyo.

El segundo instrumento es la Escala de apoyo al procesamiento, la cual hace referencia a aquellos procesos que potencian o interfieren el funcionamiento de los procesos analizados en las escalas anteriores, incorporando aspectos motivacionales, atencionales, de evaluación, metacognitivos y de interacción social, los resultados de esta muestran que se obtuvo una elevada consistencia interna ($\text{Alpha}=.89$), mostrando que de los seis grupos experimentales, dos muestran la mayor mejora en el empleo de esta estrategia, Sin embargo, uno vuelve a no mostrar mejora alguna con la aplicación del programa, y al compararlo con el grupo de control, estos efectos se ven limitados por el elevado incremento obtenido por otro de los grupos experimentales, observando una tendencia relativamente semejante a la obtenida en la estrategia de adquisición.

Efecto de la enseñanza a través de la resolución de problemas, en el uso de los procesos cognitivos y metacognitivos de los estudiantes.

Iriarte (2011) realizó una investigación de carácter cuantitativo, sobre la implementación del Desarrollo de la competencia resolución de problemas desde una didáctica con enfoque metacognitivo en 338 estudiantes de cuatro grupos de quinto grado de básica primaria, el instrumento que se aplicó a los estudiantes contempla 10 situaciones problemas, tomadas de los cuestionarios utilizados por el Icfes (Instituto Colombiano Para el Fomento de la Educación Superior) en las pruebas SABER aplicadas en los años 2002 y 2005. La evaluación se llevó a cabo en dos momentos diferentes: Pretest (antes de la aplicación del programa) y Posttest (inmediatamente tras finalizar el programa), se ha realizado la prueba U de Mann-Whitney, mostrando efectos estadísticamente significativos entre el pretest y el posttest ($Z = -2.457$, $P = 0.014$), es decir que el tratamiento basado en estrategias didácticas metacognitivas da resultados positivos en lo que respecta al desarrollo de la competencia resolución de problemas.

Al realizar el análisis de comparación entre los resultados del posttest de los grupos experimental y control se observan diferencias altamente significativas ($Z = -3.295$, $P = 0.001$) con respecto a la comparación de estos dos grupos, lo que corrobora el cumplimiento de la hipótesis general alternativa de esta investigación, las estrategias didácticas con enfoque metacognitivo sí inciden en el desarrollo de la habilidad de resolución de problemas matemáticos, este trabajo de investigación confirma lo encontrado por Pifarré y Sanuy (2001), quienes concluyen que el diseño y aplicación de propuestas didácticas que tengan como objetivo mejorar el proceso y las estrategias para resolver problemas de matemática, tienen una incidencia positiva cuando se trabaja en las habilidades cognitivas y metacognitivas de los estudiantes.

Efecto de la enseñanza a través de la resolución de problemas, en el uso de los procesos cognitivos y metacognitivos de los estudiantes.

Acosta y Joya (2016) investigaron sobre las estrategias metacognitivas asociadas a la solución de problemas multiplicativos, mediante un estudio cualitativo - interpretativo de estudio de caso con estudiantes de tercer grado de básica primaria en la ciudad de Bogotá, en la primera etapa los investigadores propusieron a todos los estudiantes de tercer grado resolver un problema multiplicativo para identificar las estrategias metacognitivas espontáneas que mostraban en el proceso de solución, al analizar las soluciones propuestas por los estudiantes, observaron que el 72,22 % de los estudiantes, determinaron tres pasos en la solución: datos, operación y respuesta, pasos que son de carácter operativo y que no permiten observar procesos metacognitivos, este resultado les permitió identificar la necesidad de implementar un modelo de enseñanza que hiciera observable y por lo tanto evaluable, la competencia metacognitiva de los estudiantes frente a unas evidencias de desempeño, en la solución de problemas multiplicativos.

Posteriormente, en el modelo establecieron una estrategia general con cuatro etapas: comprender, planear, ejecutar y verificar; lo cual les permitió identificar las estrategias metacognitivas específicas, entendidas como las acciones que el estudiante realiza en cada una de las etapas a partir de la tipología de problemas multiplicativos, las acciones que el estudiante realiza para elegir el tipo de problema, en las etapas de comprender y planear, dan cuenta del proceso metacognitivo de planificación, las acciones que realiza al implementar los procedimientos correspondientes, la vigilancia de la coherencia entre las etapas de comprender, planear y ejecutar, son evidencia del proceso metacognitivo de control; finalmente, las acciones que realiza para verificar, hacen observable el proceso metacognitivo de evaluación.

Efecto de la enseñanza a través de la resolución de problemas, en el uso de los procesos cognitivos y metacognitivos de los estudiantes.

De acuerdo con las descripciones de las estrategias metacognitivas específicas de cada uno de los casos, los autores deducen que la aplicación de la estrategia metacognitiva general contribuyó al mejoramiento de los procesos de enseñanza y de aprendizaje de la solución de problemas multiplicativos puesto que, por una parte, permitió al docente evaluar la competencia metacognitiva a través de indicadores asociados con la planeación de una estrategia de solución, la permanente revisión de los procedimientos y la verificación de la solución de los problemas, por otra parte, permitió a los estudiantes hacer conciencia de la importancia de la aplicación de la estrategia general para dirigir sus acciones en la solución de problemas.

Pinilla, Roa, y Vesga (2015), implementaron el Desarrollo de habilidades metacognitivas a través de la solución de problemas matemáticos, utilizando un diseño cuasi-experimental en 35 estudiantes entre los 15 y 18 años, de grado undécimo de un colegio oficial de la ciudad de Bogotá (Colombia); los problemas fueron diseñados tomando situaciones de la vida real, incluían preguntas relacionadas con las diferentes fases propuestas en el modelo de Yimer y Ellerton (2006), en general, eran abiertas y de respuesta múltiple, con base en un estudio empírico, estos autores formularon un modelo de cinco fases para ser usado en el trabajo en solución de problemas, como son: Fase 1. Comprensión, Fase 2. Transformación y formulación del problema, Fase 3. Implementación, Fase 4. Evaluación, y Fase 5. Internalización; para medir las habilidades metacognitivas se utilizó el Inventario de Habilidades Metacognitivas (MAI) (Schraw and Dennison, 1994) que evalúa el conocimiento de la cognición y la regulación de la cognición, se observa que las estudiantes presentaron mejores habilidades después de la implementación en el conocimiento de la cognición ($t=-5,870$ y $p= 0,00$) y la regulación de la cognición, ($t=-3,369$ y $p= 0,002$), afirmando que existen

Efecto de la enseñanza a través de la resolución de problemas, en el uso de los procesos cognitivos y metacognitivos de los estudiantes.

diferencias significativas entre los promedios de las pruebas de la intervención basada en el modelo de Yimer y Ellerton (2006).

Los resultados muestran que tanto en el conocimiento de la cognición como en la regulación de la cognición las estudiantes tuvieron diferencias significativas luego de la intervención, es decir, que se pudo comprobar que el trabajo en solución de problemas favorece el desarrollo de habilidades metacognitivas; también se pudo comprobar que es posible, a través de actividades encaminadas de manera explícita al desarrollo de la metacognición, lograr importantes resultados, es decir, si bien la metacognición también se va desarrollando con la edad (Yimer y Ellerton, 2010), es posible mediante entrenamiento desarrollar estas habilidades (Desoete, 2007; Pennequin et al. 2010).

Mera y Peña (2011), evalúan los efectos de la aplicación de estrategias metacognitivas en el rendimiento de los estudiantes de 5to grado al realizar operaciones con números racionales, mediante una investigación cuasi- experimental con una muestra de 160 estudiantes de quinto grado de Educación Básica, con edades comprendida entre 10 y 13 años, la evaluación se realizó por medio de dos pruebas, la primera sobre conocimientos previos acerca de la ejecución de estrategias metacognitivas, y la segunda para verificar el rendimiento de los estudiantes al efectuar operaciones con fracciones; con respecto al post-test, al finalizar el proceso de intervención del GE, el rendimiento promedio para este grupo fue de 19,33 ($DS=2,069$) y para el GC de 9,10 ($DS=1,586$), estos datos evidencian que el GE obtuvo un promedio mayor que el GC en la prueba post-test, incluso por encima del promedio mínimo esperado (12 puntos).

Efecto de la enseñanza a través de la resolución de problemas, en el uso de los procesos cognitivos y metacognitivos de los estudiantes.

Estos resultados indican que se logró determinar que el empleo de estrategias metacognitivas por parte de los alumnos de quinto grado de Educación Básica, contribuye a mejorar significativamente los niveles de rendimiento en las operaciones con fracciones, los resultados cuantitativos evidenciaron que, antes de la intervención, el rendimiento promedio estuvo encima de la media esperada en la prueba aplicada, los resultados de tipo cualitativo refieren que los estudiantes utilizaron algunos elementos de tipo metacognitivo en lo que se refiere a la supervisión del trabajo escolar de forma espontánea, es decir, no estaban totalmente conscientes de lo que debían realizar para autorregular su aprendizaje en Matemática, pero aun así pueden pensar sobre su pensamiento en ciertos aspectos, aunque con un mínimo grado de conciencia.

Procesos de resolución cognitivos y metacognitivos

Charris y Espinosa (2009), a través de esta investigación de carácter cuantitativo, con un enfoque explicativo y un diseño cuasi-experimental, determinaron el efecto del programa de formación de docentes “Enseñando a pensar” en los procesos de la resolución de problemas a través de un ejercicio de estructuras aditivas en estudiantes matriculados en instituciones públicas y privadas de estrato 1 y 2 del departamento del Atlántico, específicamente en los grados de Jardín, Transición y Primero, 100 de un grupo control y 100 de un grupo experimental, los docentes de estos últimos estudiante recibieron la capacitación "Enseñando a Pensar", se evaluaron los procesos a través de una entrevista flexible denominada Fusión de procesos cognitivos y estrategias para la resolución de problemas (Ginsburg, 1981; Ginsburg, Jacobs, & López, 1998).

Los resultados del análisis de Varianza muestran que los estudiantes del grupo experimental después de haber pasado por el programa de formación utilizan con mayor

Efecto de la enseñanza a través de la resolución de problemas, en el uso de los procesos cognitivos y metacognitivos de los estudiantes.

frecuencia los procesos Planea ($F= 8.093$, $gl=1$, $p<.010$), Monitoreo Local ($F= 7.109$, $gl=1$, $p<.010$), Monitoreo Global ($F= 18.083$, $gl=1$, $p<.001$), que los estudiantes del grupo control; además, la prueba t de Students muestra que existe una diferencia significativa en el uso de los procesos Explora ($t= 1.989$, $gl=99$, $p < .050$), comprende ($t= -7.238$, $gl=99$, $p < .001$), Analiza ($t= -5.933$, $gl=99$, $p< .001$), Planea ($t= -8.938$, $gl=99$, $p < .001$), Monitoreo Local ($t= -8.290$, $gl=99$, $p < .001$), Monitoreo Global ($t= -8.273$, $gl=99$, $p< .001$), debido a que fue utilizado con mayor frecuencias para resolver un problema de estructura aditiva por los estudiantes del grupo experimental después de que sus profesores pasaran por el proceso de formación, mostrando de esta manera la efectividad del programa de formación utilizado en los docentes.

Arnedo, Espitia, Hurtado, Montes, Reyes, (2009), a través de esta investigación de carácter cuantitativo, con un enfoque explicativo y un diseño cuasi-experimental, se determina el efecto del programa de formación “Enseñando a pensar” sobre los procesos cognitivos de resolución de problemas de estructura aditiva de sus estudiantes, esta investigación se realizó con 200 estudiantes de preescolar y de primaria de instituciones educativas privadas y públicas de los estratos 1 y 2 en el departamento del Atlántico (100 pertenecientes al grupo control y 100 al grupo experimental), se utilizó una entrevista flexible denominada Fusión de procesos cognitivos y estrategias para la resolución de problemas (Ginsburg, 1981; Ginsburg, Jacobs, & López, 1998, López 1992).

Los resultados del análisis de Varianza muestran que los estudiantes del grupo experimental después de haber pasado por el programa de formación utilizan con mayor frecuencia los procesos Planea ($F=8.093$, $gl=1$, $p<0.010$), monitoreo local ($F= 7.109$, $gl=1$, $p<0.010$), monitorea global ($F= 18.083$, $gl=1$, $p<0.001$) que los estudiantes del grupo control; igualmente la prueba t de Students muestra que existe una diferencia significativa en el uso de

Efecto de la enseñanza a través de la resolución de problemas, en el uso de los procesos cognitivos y metacognitivos de los estudiantes.

los procesos Explora ($t=1.989$, $gl=99$, $p<0.050$), Comprende ($t=-7.238$, $gl=99$, $p<0.001$), Analiza ($t=-5.933$, $gl=99$, $p<0.001$), Planea ($t=-8.938$, $gl=99$, $p<0.001$), Monitoreo local ($t=-8.290$, $gl=99$, $p<0.001$), Monitoreo global ($t=-8.273$, $gl=99$, $p<0.001$), debido a que fue utilizado con mayor frecuencias para resolver un problema de estructura aditiva por los estudiantes del grupo experimental después de que sus profesores pasarán por el proceso de formación, mostrando de esta manera la efectividad del programa de formación utilizado en los docentes.

Rodríguez, (2005), a través de esta investigación de carácter cualitativa muestra la necesidad de concretar las características de la tarea (modelización/ ejecución/ mixta; tarea de práctica/ tarea problemática) para el análisis de las dificultades de los alumnos en la resolución de tareas matemáticas, este estudio se realizó con estudiantes matriculados en primero de bachillerato de una institución pública y estudiantes de una institución privada, se evaluaron los procesos a través de CAETI-Trait Thinking Questionnaire (O'Neil y Schacter, 1997), se presenta los resultados obtenidos en cada caso, denominado post-test 2 al que contestaron los alumnos en relación con el “taller” y manteniendo la nomenclatura original (post-test) para el cuestionario contestado en relación con las clases de matemáticas, en cuanto a las diferencias entre pre-test y post-test en grupo experimental, no se encuentran diferencias significativas en los procesos de planificación (planeación y comprensión), auto evaluación (monitoreo local y monitoreo global).

Se detectan diferencias significativas entre el pre-test y el post-test (contestado en relación con el trabajo realizado en el REI) en todas las escalas evaluadas, estas diferencias son en todos los casos a favor del “post-test 2”, es decir de la contestación al cuestionario en relación con el REI, esto explicaría la falta de detección en la primera experiencia, los alumnos han desarrollado unas creencias y actitudes hacia la resolución de problemas en un

Efecto de la enseñanza a través de la resolución de problemas, en el uso de los procesos cognitivos y metacognitivos de los estudiantes.

contexto determinado y que difiere, a pesar de ser también relativo a las matemáticas, del contexto en que sitúan sus creencias y actitudes hacia las matemáticas desarrolladas en sus clases; finalmente se realizó un análisis de las diferencias entre los dos post-test realizados por el grupo experimental (uno contestado en relación con las clases de matemáticas y otro en relación con el REI desarrollado), con ello se pretendía detectar si en algunas de las escalas evaluadas con relación a las clases de matemáticas la participación en el REI había provocado efectos destacables aunque no significativos.

Losada y Varela, (2007), realizaron un seguimiento de la práctica pedagógica de docentes de pre-escolar, al enseñar las matemáticas a través de la resolución de problemas, durante la implementación del programa de formación de docentes "Enseñando a pensar", esta investigación la realizaron en Barranquilla con una población conformada por 5 docentes de pre-escolar de un colegio privado tomada esta muestra de manera intencional, la investigación es de carácter cuantitativo con un diseño descriptivo y los datos se recopilaron con el Formato de observación de la Clase para Pensar (López, González, Toro, Gutiérrez, 2005), los resultados arrojaron que en la primera fase ningún docente lleva a sus estudiantes a solucionar problemas matemáticos utilizando los procesos de Explora, Analiza, Planea, Implementa, Monitoreo Local y Monitoreo Global, mientras que en la segunda y tercera fase la utilización de estos procesos van aumentando, el proceso Comprende aumenta en la segunda fase y se mantiene en la tercera fase y los procesos Aclaración y Adquiere se mantienen en la primera y segunda fase, debido a que ningún docente lleva a sus niños a utilizar estos procesos y aumentan solo en la tercera fase.

Bernal (2014), realizó una investigación denominada más allá de las cuentas procesos y estructuras aditivas, realizada en la ciudad de Bogotá en donde participaron 64 niños de segundo grado de cinco colegios tanto privados como públicos, la recolección de datos se hizo

Efecto de la enseñanza a través de la resolución de problemas, en el uso de los procesos cognitivos y metacognitivos de los estudiantes.

a través de los instrumentos PEVA (método de pensar en voz alta) mediante una entrevista semi-estructurada; en el análisis de la información se usan análisis de contenido de tipo categorial con los que se lograron recopilar los datos, los resultados muestran que la metacognición es un proceso que se hizo evidente ya que la mayoría de los niños fueron capaces de ser conscientes mediante el lenguaje de los procesos y procedimientos que estaban llevando a cabo para resolver la situación problema, algunos de los procesos observados fueron supervisión, detección de problema, diseño y ejecución de estrategias y relacionar información.

El proceso de metacognición se encuentra presente, aunque quizá no de manera evidente, en cada una de nuestras acciones, lo cual en los niños se observó en la medida en que llevaron a cabo tareas que permitieron dar respuesta a los problemas planteados demostrando con ello el reconocimiento de sus recursos cognitivos; a su vez, la posibilidad de corregir sus errores y continuar con los procesos iniciados, da cuenta de la flexibilidad de pensamiento y el control emocional que ante las dificultades lograron generar, los pasos más relevantes para la resolución de la situación es la detección del problema, ya que pareciera que es ésta la que desencadena una cantidad de planes y/o acciones consecutivas, las cuales, pueden caracterizarse por la coherencia para así poder hablar de un funcionamiento adecuado de la metacognición.

En primer lugar, encontraron cómo al momento de ponerse en marcha el proceso de razonamiento, simultáneamente se activan algunos indicadores de la metacognición, entre los que está la capacidad de relacionar información, en segundo lugar, se relaciona con la detección del problema y diseño y ejecución de estrategias, indicadores del proceso cognitivo

Efecto de la enseñanza a través de la resolución de problemas, en el uso de los procesos cognitivos y metacognitivos de los estudiantes.

de metacognición y que se refieren principalmente a la posibilidad que tienen los niños de identificar la regla expuesta en el problema, organizan la información, planean acciones para su resolución y llevan a cabo tales acciones todo ello con el fin de dar solución a la situación problema, otra de las relaciones que encontraron son las transformaciones, pues la capacidad que tienen los niños de realizar cambios lingüísticos, gráficos y numéricos durante la resolución de la situación problema responde a la oportunidad de retomar información previa y relacionarla con los elementos presentados, ya que de no poseer una base conceptual no sería posible tal procedimiento.

Por medio de esta investigación se concluye que el aprendizaje debe ser significativo, por lo cual se hace necesario que lo enseñado se encuentre enmarcado dentro de la cotidianidad del niño, ya sea en su colegio, en su casa o con sus amigos; de hecho, los mismos medios de comunicación interfieren en el proceso de significación.

Agudelo, Bedoya, y Restrepo (2008), realizaron una investigación de carácter cuantitativo con un diseño cuasi-experimental, con el fin de determinar los métodos heurísticos en la resolución de problemas matemáticos, trabajaron con una muestra escogida al azar de 31 niños y niñas entre los 9 y 12 años pertenecientes al estrato 2 y 3 de una Institución educativa en la ciudad de Pereira, aplicando un instrumento de evaluación pretest, con el cual se analizó la capacidad resolutoria de problemas matemáticos de los niños y niñas antes de la propuesta didáctica; al finalizar se aplicó el instrumento posttest similar al aplicado inicialmente en cuanto a su nivel de complejidad ya que los problemas matemáticos planteados también fueron tomados de las prueba SABER, estos instrumentos fueron validados por un experto en el tema; en los resultados del pretest se evidenció que el 97% de los estudiantes tuvieron dificultad en la comprensión lectora, ya que no identificaron con facilidad las ideas principales y secundarias en el texto, mientras que en el posttest los datos

Efecto de la enseñanza a través de la resolución de problemas, en el uso de los procesos cognitivos y metacognitivos de los estudiantes.

arrojados muestran que el 71% de los estudiantes comprendieron la lectura planteada, identificando ideas principales y secundarias, y el 57% expresaron sus opiniones sobre el texto.

En el pretest el 87% no enuncia el problema de forma diferente, además es importante resaltar que el 68% no concibe un plan de solución para resolver el problema y el 55% buscó una respuesta a través del ensayo, mientras en el posttest el 93% de los estudiantes determinaron que los datos fueron suficientes para resolver el problema y el 82% consideraron de utilidad a la hora de resolver estos, de acuerdo a lo planteado en el paso anterior y a los resultados obtenidos en el pretest los estudiantes no concibieron un plan de solución para los problemas por lo tanto era de esperarse que el 68% no siguiera un plan elaborado inicialmente en el proceso resolutivo de estos, en el posttest se encontró que el 78% si sugirieron el plan elaborado inicialmente y el 71% ejecutó en detalle cada operación, de igual forma se pudo identificar que el 61% verificó cada paso para resolver el problema, los resultados también arrojaron que el 71% tuvieron coherencia entre los pasos efectuados para resolver el problema y la respuesta obtenida.

A través de esta investigación se concluye que el método heurístico puede utilizarse para mejorar la capacidad de resolución de problemas de los estudiantes, aunque el método heurístico en la resolución de problemas matemáticos se trabajó en poco tiempo, se puede afirmar que este método puede ser utilizado para mejorar la capacidad de resolución de problemas de los estudiantes desde los primeros grados y especialmente en quinto grado de básica primaria.

Navarro y Navarro, (2015), diseñaron un método de intervención matemática basado en la evidencia, durante la implementación del programa de intervención matemática basado en la evidencia sobre un grupo de escolares, en el área de las operaciones aritméticas básicas

Efecto de la enseñanza a través de la resolución de problemas, en el uso de los procesos cognitivos y metacognitivos de los estudiantes.

(sumas y restas), esta investigación la realizaron en la provincia de Cádiz con una población conformada por 14 alumnos/as que obtuvieron una puntuación inferior a 17 puntos (de un total de 45 posibles) de 1er grado de primaria, siendo esta investigación de carácter cuantitativo los resultados arrojaron que los valores para los 10 casos en relación a los ejercicios de la resta y de la suma, mostrando que en todos los casos hubo una mejora individual; a nivel de grupo la mejora fue significativa utilizando el estadístico no paramétrico de Friedman (para las operaciones de restar: $X^2 = 13.07$; $p < .000$; y para las operaciones de sumar: $X^2 = 11.38$; $p < .001$).

Después del período de intervención mediante la Instrucción Directa con Flash Cards (FC), a nivel de grupo la mejora fue estadísticamente significativa utilizando el estadístico no paramétrico de Friedman (para las operaciones de restar: $X^2 = 14.00$; $p < .000$; y para las operaciones de sumar: $X^2 = 10.28$; $p < .001$), los resultados generales del estudio indicaron la efectividad del procedimiento CCC unido a la Instrucción Directa en Flash Cards, aumentándose la tasa de respuestas correctas y disminuyéndose los errores de forma gradual en los 14 participantes.

Barrientos, Cervantes, y Sierra (2014), realizaron un estudio para determinar el efecto de un módulo de formación docente en la resolución de problemas geométricos – métricos de los estudiantes, con un enfoque cuantitativo, de tipo explicativo y diseño cuasi-experimental, en una muestra de 62 estudiantes de segundo grado de educación básica primaria de una institución educativa de carácter oficial de la ciudad de Barranquilla (Atlántico), distribuidos en dos grupos de 31 estudiantes cada uno, correspondientes uno al grupo experimental y otro al grupo control, se utilizó como técnica, la entrevista flexible semi-estructurada, basada en la entrevista clínica (Piaget 1965, Ginsburg, Jacobs & López, 1998) y se adaptó el formato de

Efecto de la enseñanza a través de la resolución de problemas, en el uso de los procesos cognitivos y metacognitivos de los estudiantes.

Entrevista Flexible semi-estructurada para la resolución de problemas geométricos (Rada, Tafur, Varela, 2013).

Los resultados del análisis de Varianza muestran que los estudiantes del grupo experimental después de haber pasado por el programa de formación utilizan con mayor frecuencia los procesos Exploración ($Z = -4.030$, $p < 0.001$), Adquiere nueva información ($Z = -3.189$, $p < 0.01$), Monitoreo local ($Z = -3.234$, $p < 0.01$), Verificación de la información o monitoreo global ($Z = -4.412$, $p < 0.01$), que los estudiantes del grupo control, además la prueba no paramétrica de wisconsin muestra que existe una diferencia significativa en el uso de los procesos Explora ($Z = -3.357$, $p < 0.010$), Monitoreo Local ($Z = -2.673$, $p < 0.010$), verificación ($Z = -2.530$, $p < 0.050$), debido a que fue utilizado con mayor frecuencias para resolver un problema de estructura aditiva por los estudiantes del grupo experimental después de que sus profesores pasarán por el proceso de formación; lo anterior, deja evidente el hecho de que el módulo de formación docente ayuda a mejorar los procesos de resolución de problemas en los estudiantes desarrollando los conceptos geométricos – métricos.

Aragón y Gutiérrez (2013) a través de esta investigación de carácter cuantitativo, con un enfoque explicativo y un diseño cuasi-experimental, se determina el efecto del programa de formación de docente “Clase para pensar” sobre los procesos de resolución de problemas algebraicos, la muestra estuvo conformada por 80 estudiantes de tercer grado de instituciones educativas en el municipio de Fundación Magdalena (40 de un grupo control y 40 de un grupo experimental), y fue evaluado mediante entrevista flexible semi estructurada específica para la evaluación de los procesos de resolución de problemas y estrategias utilizadas para resolver problemas, fundamentadas en las guías de la entrevista Clínica (Ginsburg, 1981; Ginsburg, Jacobs, & López, 1998).

Efecto de la enseñanza a través de la resolución de problemas, en el uso de los procesos cognitivos y metacognitivos de los estudiantes.

Los resultados del análisis de Varianza muestran que los estudiantes del grupo experimental después de haber pasado por el programa de formación utilizan con mayor frecuencia los procesos Explora ($F=4.333$, $gl=1$, $p<0.050$), Comprende ($F=23.796$, $gl=1$, $p<0.001$), Analiza ($F=34.450$, $gl=1$, $p<0.001$), Planea ($F=9.823$, $gl=1$, $p<0.010$), Monitoreo local ($F=20.714$, $gl=1$, $p<0.001$) que los estudiantes del grupo control. Mientras que el proceso de Adquiere nueva información ($F=34.450$, $gl=1$, $p<0.001$) fue utilizado por mayor frecuencia por los estudiantes del grupo control; sin embargo en el proceso de monitoreo global no se encontraron diferencia significativas ($F= 3,107$, $gl=1$, $p>0.05$); además la prueba t de Students muestra que existe una diferencia significativa en el uso de los procesos explora, ($t=4,333$, $gl=39$, $p<0.050$), comprende, ($t=-5.586$, $gl=39$, $p<0.001$), analiza, ($t=-9.408$, $gl=39$, $p<0.001$), adquiere, ($t=2.822$, $gl=39$, $p<0.010$), Planea ($t=2.822$, $gl=39$, $p<0.010$), monitoreo local ($t=-5.264$, $gl=39$, $p<0.001$), monitoreo global, ($t=-5.454$, $gl=39$, $p<0.001$), debido a que estos estudiantes mejoraron significativamente el acceso a los procesos de resolución de problemas, demostrando un desarrollo del pensamiento algebraico temprano y siendo más exactos en la resolución de los mismos, evidenciando la efectividad del programa.

Rada, Tafur y Varela, (2013) a través de esta investigación de carácter cuantitativo, con un enfoque explicativo y un diseño cuasi-experimental, se determina el efecto de la formación de docentes en la clase para pensar, mediado por Cabri, sobre los procesos de resolución de problemas geométricos y su éxito, la muestra estuvo conformada por 60 estudiantes de cuarto grado de instituciones educativas en el municipio de Ciénaga Magdalena (30 de un grupo control y 30 de un grupo experimental), y fue evaluado mediante el Formato de entrevista flexible semiestructurada para la resolución de problemas geométricos adaptado para niños de cuarto grado de básica primaria (López, Noriega & Ospino, 2007), los resultados del análisis

Efecto de la enseñanza a través de la resolución de problemas, en el uso de los procesos cognitivos y metacognitivos de los estudiantes.

de Varianza muestra que no existen diferencias significativa entre los estudiantes del grupo control y experimental con relación al uso de los procesos Exploración ($F=.468$, $gl=1$, $p>0.050$), Adquiere nueva información ($F=1.160$, $gl=1$, $p>0.050$), Monitoreo Local ($F=3.341$, $gl=1$, $p>0.050$), verificación de la solución o monitoreo global ($F=1.000$, $gl=1$, $p>0.050$).

Al realizar la prueba t student muestra que existe una diferencia significativa en el uso del proceso monitoreo local ($t=-2.262$, $gl=29$, $p<0.050$), debido a que fue utilizado con mayor frecuencias para resolver un problema geométrico por los estudiantes del grupo experimental después de que sus profesores pasarán por el proceso de formación programa “Clase para Pensar” y de la herramienta del software Cabri Géomètre, mostrando de esta manera la efectividad del programa de formación en el proceso metacognitivo de monitoreo local. Además, estos estudiantes mejoraron significativamente el acceso a los procesos de resolución de problemas, demostrando un desarrollo del pensamiento algebraico temprano y siendo más exactos en la resolución de los mismos, evidenciando la efectividad del programa.

Varón y Otálora (2012) describe un proceso de intervención en el que participaron profesores maestras de preescolar y primer grado de básica primaria de escuelas públicas de la ciudad de Cali, esta propuesta está orientada a ofrecer un espacio de reflexión de la práctica docente que permita generar procesos educativos que favorezcan la comprensión del conocimiento matemático de los niños en el aula, se brindó un conjunto de estrategias de apoyo para ayudar a los profesores en el diseño, análisis e implementación de espacios educativos significativos; además, los participantes analizaron sus propias modalidades de intervención con el fin de identificar aquellas que garantizan el desarrollo de competencias matemáticas en los niños.

Efecto de la enseñanza a través de la resolución de problemas, en el uso de los procesos cognitivos y metacognitivos de los estudiantes.

Para determinar las transformaciones en los ambientes de aprendizaje se examinaron antes y después de la intervención el tipo de procesos cognitivos y competencias matemáticas que promueven las actividades propuestas en el aula, así como los tipos de intervención de las maestras y las formas de participación de los niños durante el desarrollo de las actividades escolares, en el área Actividades del Agente Educativo, subárea Procesos Cognitivos, se identifican cuatro categorías de procesos cognitivos subyacentes a las actividades que proponen las agentes educativas durante las dos observaciones: (a) procesos básicos cognitivos de percepción, atención, memoria, habilidades grafomotoras y psicomotoras (PB), (b) reproducción de procedimientos numéricos (RP), (c) procesos de análisis, relación, interpretación y evaluación (AI) y (d) procesos de argumentación (AR); en relación con el tipo de procesos cognitivos que implican las actividades propuestas, se observan en el grupo de maestras tres cambios entre el primer y el segundo momento.

El primer cambio se refiere a la disminución de actividades que exigen a los niños en el uso de procesos básicos perceptuales (PB); de siete docentes que utilizaban este tipo de actividad en el pre-test, solo dos los usan durante el post-test, el segundo cambio se refiere a la aparición de actividades que involucran procesos de análisis, relación, interpretación y evaluación (AI) y procesos de argumentación (AR) en el post-test, el mayor cambio se presenta en AI, ya que ningún docente utiliza estas actividades en el pre-test, mientras siete docentes proponen actividades que involucran tales tipos de procesos a los niños en el post-test; las actividades de reproducción de procedimientos siguen siendo altas y se incrementan ligeramente durante el post-test, se evidenciaron transformaciones en las concepciones de los docentes en relación con los ambientes de aprendizaje, las competencias de los niños y la enseñanza de las matemáticas

Efecto de la enseñanza a través de la resolución de problemas, en el uso de los procesos cognitivos y metacognitivos de los estudiantes.

Planteamiento del problema

La resolución de problemas es considerada básica en el desarrollo académico y social de los estudiantes en especial en el área de matemática como lo manifiesta Echenique (2006) quien afirma que en las Matemáticas la actividad más importante y compleja es la resolución de problemas, porque los contenidos del área cobran sentido cuando es aplicable en una situación problema, en este proceso intervienen la comprensión lectora, el uso del lenguaje, los contenidos propios del área y los de otras disciplinas, razón por el cual esta es evaluada a través de pruebas periódicas estandarizadas a nivel nacional e internacional, midiendo la competencia de los estudiantes para resolver problemas en un contexto dado, por su parte los estudiantes colombianos y en especial los atlanticenses ha presentado falencias significativas en pruebas nacionales como Saber e internacionales como Pisa demostrando un resultado deficiente en la resolución de problemas.

Ante esta situación, el docente debe tomar conciencia sobre su papel en el proceso de resolución de problemas de sus estudiantes, los procesos cognitivos y metacognitivos que intervienen en este y la importancia de está en el área de matemáticas, en las demás ciencias y en el contexto social como lo afirma Mazario (2009), quien declara que la resolución de problemas es una habilidad en la cual se toman diferentes acciones para caracterizar y

Efecto de la enseñanza a través de la resolución de problemas, en el uso de los procesos cognitivos y metacognitivos de los estudiantes.

estructurar el problema permitiendo la resolución de este, estas acciones se realizan con un propósito determinado y es producto de la adquisición de conocimientos teóricos y prácticos en su desarrollo social.

Realizando un análisis de lo anterior se analizaron investigaciones que nos permite confirmar lo expuesto anteriormente, como Pifarré (2001) quien implementó una propuesta didáctica que incidían positivamente en el proceso de aprendizaje de sus estudiantes, otras investigaciones como las de Charris y Espinosa (2001), Arnedo, Espitia, Hurtado, Montes y Reyes (2009), Losada y Varela (2007), Bernal (2014), Agudelo, Bedoya y Restrepo (2008), Navarro y Navarro (2015), Barrientos, Cervantes y Sierra (2014), Aragón y Gutiérrez (2013), obtuvieron efectos significativos en los procesos de cognición y metacognición después de la intervención docente.

Existen investigaciones como las de Martínez (2012), Rodríguez y Santillán (2009), Varón y Otálora (2012) que después de haber realizado la intervención obtuvieron efectos significativos en los procesos cognitivos de la resolución de problemas, e investigaciones como las de Troncoso (2013), Lee, Sheng y Hong (2014), Li, Kornell, Pouget y Cantlon (2014), Bernal, Figueroa, Ramírez, Triana, Gaitán, González y Uribe (2006), Rodríguez (2005) que después de realizada la intervención obtuvieron efectos significativos en los procesos de metacognitivos de la resolución de problemas. Se encontraron estudios que después de realizada la intervención no se obtuvieron efectos significativos como es el caso de DiGiacomo (2014), Bara (2001), que analizan los proceso metacognitivos y Rada, Tafur y Varela (2013), que analizaba los efectos significativos en los procesos de cognición y metacognición.

Efecto de la enseñanza a través de la resolución de problemas, en el uso de los procesos cognitivos y metacognitivos de los estudiantes.

Después de una revisión bibliográfica, se pudo observar que en la costa caribe colombiana existen muy pocas investigaciones que relacionan la enseñanza basada en problemas con los procesos de resolución de problemas de sus estudiantes, razón por el cual es importante desarrollar y profundizar sobre esta temática en la región caribe colombiana.

Partiendo de lo expuesto anteriormente, es necesario que los docentes transformen su proceso de enseñanza-aprendizaje a través de programas de formación que fortalezcan la enseñanza basada en problemas y los procesos de resolución de problemas, razón por el cual se plantea la siguiente pregunta de investigación: ¿Cuál es el efecto de la enseñanza basada en problemas en el uso de los procesos cognitivos y metacognitivos en estudiantes de segundo grado de un colegio público?

Efecto de la enseñanza a través de la resolución de problemas, en el uso de los procesos cognitivos y metacognitivos de los estudiantes.

Objetivos

Objetivo general

Determinar el efecto de la enseñanza a través de la resolución de problemas en el uso de los procesos cognitivos y metacognitivos de los estudiantes.

Objetivos específicos

- Determinar el efecto de la enseñanza a través de la resolución de problemas en el uso de los procesos cognitivos de los estudiantes.
- Determinar el efecto de la enseñanza a través de la resolución de problemas en el uso de los procesos metacognitivos de los estudiantes.

Efecto de la enseñanza a través de la resolución de problemas, en el uso de los procesos cognitivos y metacognitivos de los estudiantes.

Hipótesis

Hi1: Existe un efecto de la enseñanza a través de la resolución de problemas en el uso de los procesos cognitivos de los estudiantes.

Ho1: No existe un efecto de la enseñanza a través de la resolución de problemas, en el uso de los procesos cognitivos de los estudiantes.

Hi2: Existe un efecto de la enseñanza a través de la resolución de problemas, en el uso de los procesos metacognitivos de los estudiantes.

Ho2: No existe un efecto de la enseñanza a través de la resolución de problemas, en el uso de los procesos metacognitivos de los estudiantes.

Efecto de la enseñanza a través de la resolución de problemas, en el uso de los procesos cognitivos y metacognitivos de los estudiantes.

Metodología

Enfoque de investigación

El presente proyecto de investigación está estructurado desde un enfoque cuantitativo, al ser secuencial, probatorio y riguroso, explicando las causales entre los elementos y pretendiendo explicar y predecir los fenómenos investigativos, iniciando con la teoría y de esta se derivan expresiones lógicas denominadas hipótesis que el grupo investigador busca someter a prueba como lo explica Hernández, Fernández y Baptista (2010) en esta la búsqueda cuantitativa ocurre en la realidad externa al individuo por lo tanto los fenómenos que se observan y/o miden no son afectados por el grupo investigador. Hernández et al. (2010).

Diseño

Para evaluar el efecto de la enseñanza a través de la resolución de problemas en el uso de los procesos cognitivos y metacognitivos de los estudiantes, es necesario utilizar una investigación de tipo explicativa con un diseño cuasi-experimental.

Efecto de la enseñanza a través de la resolución de problemas, en el uso de los procesos cognitivos y metacognitivos de los estudiantes.

Esta investigación es de tipo explicativo porque como lo expone Hernández, Fernández y Baptista (2010), su interés se centra en explicar y describir si existe un efecto de la enseñanza a través de la resolución de problemas en el uso de los procesos cognitivos y metacognitivos de los estudiantes, la razón de su ocurrencia, y la exposición de las condiciones en que se manifiesta la relación entre las dos variables; y con un diseño de investigación cuasi-experimental porque se manipuló deliberadamente la variable independiente que en este caso es la enseñanza a través de la resolución de problemas para conocer su efecto y relación con nuestra variable dependiente como lo son los procesos cognitivos y metacognitivos de los estudiantes, a diferencia de los diseños experimentales verdaderos que tiene mayor nivel de confiabilidad porque los grupos no son asignados al azar ni acomodados, estos están intactos y agrupados antes de iniciar la investigación. Hernández et al. (2010).

Población

La población utilizada en el análisis y aplicación de la investigación fueron los estudiantes del grado segundo del nivel básica Primaria, que asisten a colegios públicos de estrato socioeconómico uno y dos (1, 2) del Departamento del Atlántico.

Muestra

La muestra estuvo conformada por 98 estudiantes de segundo grado de básica primaria pertenecientes a los estratos socioeconómico uno y dos (1,2) del Departamento del Atlántico. El rango de edad de los estudiantes fue de 6 a 8 años con 11 meses de edad; con ellos se formaron dos grupos de forma intencional: Un grupo control con 57 estudiantes, y otro

Efecto de la enseñanza a través de la resolución de problemas, en el uso de los procesos cognitivos y metacognitivos de los estudiantes.

experimental con 41 estudiantes; el grupo experimental lo conformaron dos grupos de estudiantes de segundo grado de un colegio público con una docente que participó voluntariamente en el programa de formación “Clase para Pensar” y el grupo control lo conformaron los estudiantes de dos docentes que no participaron en el programa de formación.

El muestreo utilizado para la escogencia de los participantes es no probabilístico porque los integrantes de esta no son escogidos al azar y los integrantes de la población no tienen la misma probabilidad de ser parte de la muestra como lo explica Hernández, Fernández y Baptista (2010), y el tipo de muestreo empleado en esta investigación es por conveniencia porque los individuos que hacen parte de la muestra fueron escogidos por su disponibilidad en el desarrollo de la investigación, no con un criterio estadístico de selección como lo expone Canal (2006).

Definición de variables

Variable Independiente

Variable Independiente	Definición Conceptual	Definición Operacional
Enseñanza a través de la resolución de problemas	Sistema de enseñanza didáctico que propone al docente enseñar a través o sobre la resolución de problemas y no enseñar para resolver problemas. Es un proceso interactivo entre	El modelo utilizado para la enseñanza de las matemáticas a través de la resolución de problemas fue la clase para pensar (López, 2013), la cual se constituye en un conjunto de

Efecto de la enseñanza a través de la resolución de problemas, en el uso de los procesos cognitivos y metacognitivos de los estudiantes.

	profesor, alumnos, contextos problemáticos y tareas, que sin poner en segundo plano los conceptos, las experiencias y el lenguaje, parte de los contextos problemáticos, las tareas-problema y los problemas para la construcción del «conocimiento conceptual y procedimental» (Cheung & Taylor, 1991), citados por (López & Costa, 1996)	estrategias didácticas que buscan desarrollar una propuesta pedagógica para enseñar matemáticas a través de la resolución de problemas, enfatizando el uso de la entrevista flexible, el docente se capacitó en el programa de formación docente Clase para Pensar para implementar este tipo de enseñanza.
--	--	---

Tabla 1 Definición de variables - variable independiente

Variable Dependiente

Variabl e Dependiente	Definición Conceptual	Definición Operacional
Proces os de resolución de problemas	Los procesos de resolución de problemas son “actividades mentales u operaciones mentales que	Los procesos de resolución de problemas matemáticos se evalúan mediante una entrevista

Efecto de la enseñanza a través de la resolución de problemas, en el uso de los procesos cognitivos y metacognitivos de los estudiantes.

	incluyen todos los pensamientos durante la resolución de problemas” Lester (1980, citado por López, 1992).	flexible realizada a estudiantes de segundo grado donde se evidencia la presencia o ausencia de los procesos cognitivos (Exploración, Comprensión, Adquisición de Nueva Información, Análisis e Implementación) y metacognitivos (Planeación, Monitoreo Local y Monitoreo Global)
--	--	---

Tabla 2 Definición de variable- variable dependiente

Control de variables

Variable controlada

En la presente investigación se controló la siguiente variable:

¿Qué?	¿Cómo?	¿Por qué?
Instituciones educativas de carácter oficial del departamento del	Se seleccionaron docentes que laboran en instituciones educativas del	Existe homogeneidad de la muestra respecto a estrato

Efecto de la enseñanza a través de la resolución de problemas, en el uso de los procesos cognitivos y metacognitivos de los estudiantes.

Atlántico.	departamento del Atlántico.	socioeconómico, currículos similares, condiciones educativas, accesibilidad al sistema.
------------	-----------------------------	---

Tabla 3 Definición de variable-variable controlada

Variables no controladas

En el desarrollo de la investigación no se controlaron las siguientes variables

En los estudiantes:

- Edad: esta variable no se tuvo en cuenta debido a que se tomó toda la muestra de estudiantes del grado segundo
- Género: En el desarrollo de la investigación no se hace distinción entre géneros se escogieron como muestras dos instituciones de carácter oficial y mixta.
- Motivación: La muestra se escogió sin tener en cuenta el grado de motivación de los estudiantes hacia el área de matemáticas, al ser la motivación el impulso del ser humano para hacer una actividad esta no es una variable medible.

En los docentes:

- Experiencia laboral: La trayectoria laboral en el desarrollo del ejercicio docente no fue una variable para la escogencia de la muestra, en ningún momento se indago por el tiempo que los docentes llevaban ejerciendo su profesión.

Efecto de la enseñanza a través de la resolución de problemas, en el uso de los procesos cognitivos y metacognitivos de los estudiantes.

- Edad: La edad no fue un requisito para que los docente hicieran parte de la muestra, solo se tuvieron en cuenta que los docentes fueran los tutores de los grupos escogidos.
- Género: El género no fue criterio de selección de la muestra, por lo que el sexo de los docentes seleccionados no fue tomada en cuenta.
- Metodología de enseñanza: Las estrategias o técnicas utilizados por los docentes de las instituciones educativas no fueron criterios de selección para la escogencia de la muestra.

Técnicas

En el desarrollo de esta investigación se utilizó una entrevista que “es un cuestionario de conjuntos de preguntas abiertas y/o cerradas que permite medir una o más variables teniendo en cuenta las características de los entrevistados y el contexto en el que se encuentra inmerso” (Hernández, Fernández y Baptista, 2006).

La entrevista flexible es una herramienta de evaluación del pensamiento en la que es utilizado el diálogo, en esta investigación nos enfocaremos en conocer los procesos que tienen los estudiantes para desarrollar una actividad como lo afirma López (2013) la entrevista parte de preguntas preestablecidas, modificando el orden y el contenido de esta acorde con el proceso establecido para favorecer el pensamiento del entrevistado buscando que este explique, profundice o aclare aspectos relevantes en la aplicación de esta técnica (Díaz, Torruco, Martínez, y Varela, 2013)

Efecto de la enseñanza a través de la resolución de problemas, en el uso de los procesos cognitivos y metacognitivos de los estudiantes.

Instrumento

El instrumento que se utilizó en el desarrollo de la presente investigación fue entrevista semiestructurada denominada Fusión de Procesos Cognitivos y Estrategias para la Resolución de Problemas (De la Cruz, Fernández y Martínez, 2006)

La Entrevista Semiestructurada “Fusión de Procesos Cognitivos y Estrategias para la Resolución de Problemas” contiene problemas matemáticos sobre estructuras aditivas de número faltante para estudiantes de segundo grado de básica primaria, en esta, los estudiantes deben dar cuenta de la presencia de los procesos cognitivos de exploración, comprensión, adquisición de nueva información, análisis e implementación, así como de los procesos metacognitivos planeación, monitoreo local y global en la resolución de estos problemas matemáticos. En dicha entrevista se explicita el pensamiento de los estudiantes mediante preguntas dirigidas directamente en torno al uso de estos procesos y, en caso que el estudiante responda de manera vaga o general, se le piden aclaraciones utilizando preguntas auxiliares. No está de más aclarar que por el carácter semiestructurado de este instrumento, todos los estudiantes deberán responder las mismas preguntas aunque las formas gramaticales de las mismas pueden cambiar dependiendo del entrevistador. La validez de contenido de este instrumento se dio a través de jueces expertos que acordaron en un 100% en cuanto a los criterios de pertinencia, claridad, precisión, lenguaje y metodología y el coeficiente de confiabilidad para esta entrevista fue $\alpha = .843$ (De la Cruz, Fernández y Martínez, 2006)

Procedimiento

En el desarrollo de la presente investigación se llevaron a cabo siete fases estructuradas de la siguiente manera:

Efecto de la enseñanza a través de la resolución de problemas, en el uso de los procesos cognitivos y metacognitivos de los estudiantes.

Fase 1 Consentimiento de participantes: se realizó la solicitud por escrito a las instituciones educativas de los docentes que quisieron hacer parte de la investigación, procediendo en la escogencia del grupo control y experimental con base a la voluntad del docente de participar en las capacitaciones para la enseñanza a través de la resolución de problemas, después se convocó a reunión de padres de familia acordadas con los docentes, en la cual el equipo de investigación expuso a los presentes los objetivos y alcances del proyecto y pidió el consentimiento por escrito de los padres o acudientes de los estudiantes participantes y el asentimiento informado de estos.

Fase 2 Entrenamientos de los trabajadores de campo: en esta fase se contactó a los trabajadores de campo del proyecto Corazón, Mente y Cuerpo: Factores predictores de la competencia académica y social en la infancia temprana de la Universidad del Norte, quienes ya han sido capacitados con anterioridad en la aplicación del instrumento de evaluación entrevista semiestructurada “Fusión de Procesos Cognitivos y Estrategias para la Resolución de Problemas” (De la Cruz, Fernández y Martínez, 2006).

Para realizar la aplicación y codificación del instrumento los trabajadores de campo desarrollaron cuatro etapas de entrenamiento, inicialmente se realizó lectura del resumen del instrumento, incluyendo el objetivo, componentes básicos, características y lo que evalúa, mediante la entrega del instructivo y hoja de respuesta, en segunda instancia asistieron a una capacitación y taller de explicación para socializar las pautas generales para la aplicación de la prueba, esta hizo énfasis en el manejo de cuestionarios y las maneras correctas de realizar las preguntas, la actitud adecuada en la aplicación de la prueba, y la modulación de la voz para mantener la atención teniendo en cuenta la edad del niño, así como el diligenciamiento de las hojas de respuestas desde el manejo de criterios y reglas de codificación, después de superada

Efecto de la enseñanza a través de la resolución de problemas, en el uso de los procesos cognitivos y metacognitivos de los estudiantes.

las dos etapas anteriores se realizaron juegos de roles para practicar lo aprendido y por último los aspirantes a trabajadores de campo realizaron tres videos en la que pusieron en práctica lo aprendido, mostrando el manejo de cada uno de los componentes necesarios para la correcta aplicación de la prueba.

Fase 3 Aplicación de prueba pretest: en esta fase se aplicó la entrevista semiestructurada “Fusión de Procesos Cognitivos y Estrategias para la Resolución de Problemas” (De la Cruz, Fernández y Martínez, 2006) a 98 estudiantes que hacen parte del grupo control y experimental en la cual se evalúan la presencia de los procesos cognitivos y metacognitivos de la resolución de problemas antes de la implementación de la enseñanza a través de la resolución de problemas

Fase 4 Implementación de la enseñanza a través de la resolución de problemas: en esta fase se realizó la capacitación al docente que hace parte del grupo experimental, utilizando el programa “La clase para pensar” de forma presencial y virtual, mediante la aplicación de cuatro módulos: Trabajo en grupo, Lesson study, Clase para pensar y Matemáticas tempranas, la clase para pensar es el modelo que utilizó la presente investigación para aplicar la enseñanza a través de la resolución de problemas; después de realizada la capacitación el docente implementa la enseñanza a través de la resolución de problemas a su grupo de estudiantes que en este caso hacen parte del grupo experimental, con el seguimiento permanente por parte del grupo de investigadores.

Fase 5 Aplicación del postest: después de la aplicación de la enseñanza a través de la resolución de problemas, los trabajadores de campo realizaron nuevamente la entrevista

Efecto de la enseñanza a través de la resolución de problemas, en el uso de los procesos cognitivos y metacognitivos de los estudiantes.

semiestructurada “Fusión de Procesos Cognitivos y Estrategias para la Resolución de Problemas” a 98 estudiantes que hacen parte del grupo control y experimental.

Fase 6 Digitación de los datos recolectados y análisis de los resultados: después de haber realizado el pretest y posttest con el instrumento seleccionado, los datos recolectados son digitados. Para el análisis de los resultados de esta investigación se procede primero a realizar estadísticas descriptivas como Media y Desviación estándar. La Media, es un estadígrafo utilizado para observar el valor central de los datos, en este caso para examinar los valores promedios obtenidos por los sujetos de la muestra en las diferentes categorías de las variables objeto de estudio, de otra parte la desviación típica, orienta en el establecimiento del grado de dispersión de los datos en relación a la media, es decir, determinar qué tan cercanos o lejanos están éstos valores de ella.

Se utilizó una Prueba de Kolmogorov-Smirnov, de bondad de ajuste, la cual sirve para contrastar la hipótesis nula de que la distribución de una variable se ajusta a una determinada distribución teórica de probabilidad. Si el valor del criterio o nivel de significancia es muy pequeño (menor que 0,05) se rechaza la hipótesis de normalidad y se concluye que las puntuaciones de esa variable no se ajustan a una distribución normal. Los resultados de la prueba de Kolmogorov-Smirnov, indica que se rechaza la hipótesis de normalidad con un nivel crítico de $p < 0.005$, y concluimos que las puntuaciones de las variables no se ajustan a una distribución normal. Es decir, que se deben utilizar estadísticos no paramétricos para analizar los datos.

Efecto de la enseñanza a través de la resolución de problemas, en el uso de los procesos cognitivos y metacognitivos de los estudiantes.

Luego se utilizó una Prueba de H de Kruskal- Wallis, Es una extensión de la prueba U Mann- Whitney es el análogo no paramétrico del análisis de varianza de un factor (ANOVA) y detecta las diferencias en la localización de las distribuciones. A su vez, se utilizó una Prueba de Wilcoxon, Esta prueba compara la distribución de dos variables; tiene en cuenta la información del signo de las diferencias y de la magnitud de las diferencias entre los pares

Fase 7 Realización de conclusiones y recomendaciones: después de haber hecho el análisis de los resultados se realizó la discusión teniendo en cuenta el estado del arte de la presente investigación y el análisis de los resultados para verificar el cumplimiento de los objetivos de la investigación realizando las conclusiones y recomendaciones respectivas.

Efecto de la enseñanza a través de la resolución de problemas, en el uso de los procesos cognitivos y metacognitivos de los estudiantes.

Resultados

Para comprobar cada una de las hipótesis planteadas en esta investigación, se presentan los siguientes resultados.

Tabla 1.

Medias y desviaciones que tienen los estudiantes sobre el uso de los procesos de resolución de problemas antes de realizar la implementación del programa de formación.

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. típ.
Explora	98	.00	.00	.00	.000
Comprende	98	.00	.25	.01	.036
Adquiere nueva información	98	.00	.50	.01	.051
Analiza	98	.00	.17	.00	.017
Planea	98	.00	.00	.00	.000
Monitoreo Local	98	.00	.25	.00	.025
Monitoreo Global	98	.00	.25	.01	.036

Tabla 4 Medias y desviaciones que tienen los estudiantes sobre el uso de los procesos de resolución de problemas antes de realizar la implementación del programa de formación.

Efecto de la enseñanza a través de la resolución de problemas, en el uso de los procesos cognitivos y metacognitivos de los estudiantes.

La tabla 1 muestra las medias y desviaciones que tienen los estudiantes sobre el uso de los procesos de resolución de problemas antes de realizar la implementación del programa de formación. Se observa que en el proceso explora tiene una media de .00 (DS=.000); comprende tiene una media de .01 (DS=.036); adquiere nueva información tiene una media de .01 (DS=.051); analiza tiene una media de .00 (DS=.017); planea tiene una media de .00 (DS=.000); monitoreo local tiene una media de .00 (DS=.025); monitoreo global tiene una media de .01 (DS=.036).

Tabla 2.

Medias y desviaciones que tienen los estudiantes sobre el uso de los procesos de resolución de problemas después de realizar la implementación del programa de formación.

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. típ.
Explora	98	.00	.00	.00	.000
Comprende	98	.00	.50	.01	.061
Adquiere nueva información	98	.00	.50	.01	.051
Analiza	98	.00	.33	.02	.072
Planea	98	.00	.00	.00	.000
Monitoreo Local	98	.00	.50	.03	.091
Monitoreo Global	98	.00	.50	.03	.101

Tabla 5 Medias y desviaciones que tienen los estudiantes sobre el uso de los procesos de resolución de problemas después de realizar la implementación del programa de formación.

Efecto de la enseñanza a través de la resolución de problemas, en el uso de los procesos cognitivos y metacognitivos de los estudiantes.

La tabla 2 muestra las medias y desviaciones que tienen los estudiantes sobre el uso de los procesos de resolución de problemas después de realizar la implementación del programa de formación. Se observa que en el proceso explora tiene una media de .00 (DS=.000); comprende tiene una media de .01 (DS=.061); adquiere nueva información tiene una media de .01 (DS=.051); analiza tiene una media de .02 (DS=.072); planea tiene una media de .00 (DS=.000); monitoreo local tiene una media de .03 (DS=.091); monitoreo global tiene una media de .03 (DS=.101).

Tabla 3.

Medias y desviaciones que tienen los estudiantes del grupo experimental sobre el uso de los procesos de resolución de problemas antes de realizar la implementación del programa de formación.

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. típ.
Explora	41	.00	.00	.0000	.00000
Comprende	41	.00	.25	.0122	.05452
Adquiere nueva información	41	.00	.00	.0000	.00000
Analiza	41	.00	.00	.0000	.00000
Planea	41	.00	.00	.0000	.00000
Monitoreo Local	41	.00	.25	.0061	.03904
Monitoreo Global	41	.00	.25	.0061	.03904

Tabla 6 Medias y desviaciones que tienen los estudiantes del grupo experimental sobre el uso de los procesos de resolución de problemas antes de realizar la implementación del programa de formación

Efecto de la enseñanza a través de la resolución de problemas, en el uso de los procesos cognitivos y metacognitivos de los estudiantes.

La tabla 3 muestra las medias y desviaciones que tienen los estudiantes del grupo experimental sobre el uso de los procesos de resolución de problemas antes de realizar la implementación del programa de formación. Se observa que en el proceso explora tiene una media de .0000 (DS=.00000); comprende tiene una media de .0122 (DS=.05452); adquiere nueva información tiene una media de .0000 (DS=.00000); analiza tiene una media de .0000 (DS=.00000); planea tiene una media de .0000 (DS=.00000); monitoreo local tiene una media de .0061 (DS=.03904); monitoreo global tiene una media de .0061 (DS=.03904).

Tabla 4.

Medias y desviaciones que tienen los estudiantes del grupo control sobre el uso de los procesos de resolución de problemas antes de realizar la implementación del programa de formación.

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. típ.
Explora	57	.00	.00	.0000	.00000
Comprende	57	.00	.00	.0000	.00000
Adquiere nueva información	57	.00	.50	.0088	.06623
Analiza	57	.00	.17	.0029	.02208
Planea	57	.00	.00	.0000	.00000
Monitoreo Local	57	.00	.00	.0000	.00000
Monitoreo Global	57	.00	.25	.0044	.03311

Tabla 7 Medias y desviaciones que tienen los estudiantes del grupo control sobre el uso de los procesos de resolución de problemas antes de realizar la implementación del programa de formación.

Efecto de la enseñanza a través de la resolución de problemas, en el uso de los procesos cognitivos y metacognitivos de los estudiantes.

La tabla 4 muestra las medias y desviaciones que tienen los estudiantes del grupo control sobre el uso de los procesos de resolución de problemas antes de realizar la implementación del programa de formación. Se observa que en el proceso explora tiene una media de .0000 (DS=.00000); comprende tiene una media de .0000 (DS=.00000); adquiere nueva información tiene una media de .0088 (DS=.06623); analiza tiene una media de .0029 (DS=.02208); planea tiene una media de .0000 (DS=.00000); monitoreo local tiene una media de .0000 (DS=.00000); monitoreo global tiene una media de .0044 (DS=.03311).

Tabla 5.

Medias y desviaciones que tienen los estudiantes del grupo experimental sobre el uso de los procesos de resolución de problemas después de realizar la implementación del programa de formación.

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. típ.
Explora	41	.00	.00	.0000	.00000
Comprende	41	.00	.50	.0244	.09362
Adquiere nueva información	41	.00	.50	.0122	.07809
Analiza	41	.00	.33	.0528	.10165
Planea	41	.00	.00	.0000	.00000
Monitoreo Local	41	.00	.50	.0488	.12771
Monitoreo Global	41	.00	.50	.0610	.14556

Tabla 8 Medias y desviaciones que tienen los estudiantes del grupo experimental sobre el uso de los procesos de resolución de problemas después de realizar la implementación del programa de formación.

Efecto de la enseñanza a través de la resolución de problemas, en el uso de los procesos cognitivos y metacognitivos de los estudiantes.

La tabla 5 muestra las medias y desviaciones que tienen los estudiantes del grupo experimental sobre el uso de los procesos de resolución de problemas después de realizar la implementación del programa de formación. Se observa que en el proceso explora tiene una media de .0000 (DS=.00000); comprende tiene una media de .0244 (DS=.09362); adquiere nueva información tiene una media de .0122 (DS=.07809); analiza tiene una media de .0528 (DS=.10165); planea tiene una media de .0000 (DS=.00000); monitoreo local tiene una media de .0488 (DS=.12771); monitoreo global tiene una media de .0610 (DS=.14556).

Tabla 6.

Medias y desviaciones que tienen los estudiantes del grupo control sobre el uso de los procesos de resolución de problemas después de realizar la implementación del programa de formación.

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. típ.
Explora	57	.00	.00	.0000	.00000
Comprende	57	.00	.00	.0000	.00000
Adquiere nueva información	57	.00	.00	.0000	.00000
Analiza	57	.00	.17	.0029	.02208
Planea	57	.00	.00	.0000	.00000
Monitoreo Local	57	.00	.25	.0088	.04641
Monitoreo Global	57	.00	.25	.0044	.03311

Tabla 9 Medias y desviaciones que tienen los estudiantes del grupo control sobre el uso de los procesos de resolución de problemas después de realizar la implementación del programa de formación.

Efecto de la enseñanza a través de la resolución de problemas, en el uso de los procesos cognitivos y metacognitivos de los estudiantes.

La tabla 6 muestra las medias y desviaciones que tienen los estudiantes del grupo control sobre el uso de los procesos de resolución de problemas después de realizar la implementación del programa de formación. Se observa que en el proceso explora tiene una media de .0000 (DS=.00000); comprende tiene una media de .0000 (DS=.00000); adquiere nueva información tiene una media de .0000 (DS=.00000); analiza tiene una media de .0029 (DS=.02208); planea tiene una media de .0000 (DS=.00000); monitoreo local tiene una media de .0088 (DS=.04641); monitoreo global tiene una media de .0044 (DS=.03311).

Tabla 7.

Diferencia de medias, en el grupo control y experimental, de los procesos de resolución de problemas, antes de realizar la implementación del programa de formación docente.

	Grupo experimental		Grupo Control			Sig. Zasintót.
	M.	D.S.	M.	D.S.		
Explora	.0000	.00000	.0000	.00000	.000	1.000
Comprende	.0122	.05452	.0000	.00000	-1.676	.094
Adquiere nueva información	.0000	.00000	.0088	.06623	-.848	.396
Analiza	.0000	.00000	.0029	.02208	-.848	.396
Planea	.0000	.00000	.0000	.00000	.000	1.000
Monitoreo Local	.0061	.03904	.0000	.00000	-1.179	.238

Efecto de la enseñanza a través de la resolución de problemas, en el uso de los procesos cognitivos y metacognitivos de los estudiantes.

Monitoreo Global	.0061	.03904	.0044	.03311	-.235	.814
------------------	-------	--------	-------	--------	-------	------

Tabla 10 Diferencia de medias, en el grupo control y experimental, de los procesos de resolución de problemas, antes de realizar la implementación del programa de formación docente

Nota: M=Media, D.S.=Desviación estándar, Z=Valor de la prueba, Sig. Asintót=Nivel de significancia.

La tabla 7 muestra la diferencia de medias, en el grupo control y experimental, de los procesos de resolución de problemas, antes de realizar la implementación del programa de formación docente. No se observaron diferencias significativas en los procesos de exploración ($Z=.000$, $p>0.050$); comprende ($Z=-1.676$, $p>0.050$); adquiere nueva información ($Z=-.848$, $p>0.050$); analiza ($Z=-.848$, $p>0.050$); planea ($Z=.000$, $p>0.050$); monitoreo local ($Z=-1.179$, $p>0.050$); monitoreo global ($Z=-.235$, $p>0.050$).

Tabla 8.

Diferencia de medias, en el grupo control y experimental, de los procesos de resolución de problemas, después de realizar la implementación del programa de formación docente.

	Grupo experimental		Grupo Control		Zasintót.	Sig.
	M.	D.S.	M.	D.S.		
Explora	.0000	.00000	.0000	.00000	.000	1.000
Comprende	.0244	.09362	.0000	.00000	-2.063	.039
Adquiere nueva información	.0122	.07809	.0000	.00000	-1.179	.238

Efecto de la enseñanza a través de la resolución de problemas, en el uso de los procesos cognitivos y metacognitivos de los estudiantes.

Analiza	.0528	.10165	.0029	.02208	-3.499	.000
Planea	.0000	.00000	.0000	.00000	.000	1.000
Monitoreo Local	.0488	.12771	.0088	.04641	-2.003	.045
Monitoreo Global	.0610	.14556	.0044	.03311	-2.739	.006

Tabla 11 Diferencia de medias, en el grupo control y experimental, de los procesos de resolución de problemas, después de realizar la implementación del programa de formación docente.

Nota: M=Media, D.S.=Desviación estándar, Z=Valor de la prueba, Sig. Asintót=Nivel de significancia.

La tabla 8 muestra la diferencia de medias, en el grupo control y experimental, de los procesos de resolución de problemas, después de realizar la implementación del programa de formación docente. Se observan diferencias significativas en los procesos comprende ya que el grupo experimental tienen una media de .0244 (DS=.09362) y el grupo control tienen una media de .0000 (DS=.00000) ($Z=-2.063$, $p<0.050$); en los procesos de analiza ya que el grupo experimental tiene una media de .0528 (DS=.10165) y el grupo control tiene una media de .0029 (DS=.02208) ($Z=-3.499$, $p<0.010$); en el proceso de monitoreo local ya que el grupo experimental tiene una media de .0488 (DS=.12771) y el grupo control tiene una media de .0088 (DS=.04641) ($Z=-2.003$, $p<0.050$); en el proceso de monitoreo global ya que el grupo experimental tiene una media de .0610 (DS=.14556) y el grupo control tiene una media de .0044 (DS=.03311) ($Z=-2.739$, $p<0.010$).

No se observaron diferencias significativas en los procesos de explora ($Z=.000$, $p>0.050$); adquiere nueva información ($Z=-1.179$, $p>0.050$); planea ($Z=.000$, $p>0.050$).

Efecto de la enseñanza a través de la resolución de problemas, en el uso de los procesos cognitivos y metacognitivos de los estudiantes.

Tabla 9.

Diferencias de medias de los procesos de resolución de problemas utilizados por los estudiantes del grupo experimental, antes y después de realizar la implementación del programa de formación docente.

	Pretest		Posttest		Z	Sig. asintót.
	M.	D.S.	M.	D.S.		
Explora	.0000	.00000	.0000	.00000	.000	1.000
Comprende	.0122	.05452	.0244	.09362	-.707	.480
Adquiere nueva información	.0000	.00000	.0122	.07809	-1.000	.317
Analiza	.0000	.00000	.0528	.10165	-2.919	.004
Planea	.0000	.00000	.0000	.00000	.000	1.000
Monitoreo Local	.0061	.03904	.0488	.12771	-1.933	.053
Monitoreo Global	.0061	.03904	.0610	.14556	-2.165	.030

Tabla 12 Diferencias de medias de los procesos de resolución de problemas utilizados por los estudiantes del grupo experimental, antes y después de realizar la implementación del programa de formación docente.

Nota: M=Media, D.S.=Desviación estándar, Z=Valor de la prueba, Sig. Asintót=Nivel de significancia.

Efecto de la enseñanza a través de la resolución de problemas, en el uso de los procesos cognitivos y metacognitivos de los estudiantes.

La tabla 9 muestra la diferencia de medias, de los procesos de resolución de problemas utilizados por los estudiantes del grupo experimental, antes y después de realizar la implementación del programa de formación docente. Se observan diferencias significativas en los procesos de analiza ya que el pre-test tiene una media de .0000 (DS=.0000) y el pos-test tiene una media de .0528 (DS=.10165) ($Z=-2.919$, $p<0.010$); en el proceso de monitoreo global ya que el pre-test tiene una media de .0061 (DS=.03904) y el pos-test tiene una media de .0610 (DS=.14556) ($Z=-2.165$, $p<0.050$).

No se observaron diferencias significativas en los procesos de explora ($Z=.000$, $p>0.050$); comprende ($Z=-.707$, $p>0.050$); adquiere nueva información ($Z=-1.000$, $p>0.050$); planea ($Z=.000$, $p>0.050$); monitoreo local ($Z=.12771$, $p>0.050$).

Tabla 10.

Diferencias de medias de los procesos de resolución de problemas utilizados por los estudiantes del grupo control, antes y después de realizar la implementación del programa de formación docente.

	Pretest		Postest		Z	Sig. asintót.
	M.	D.S.	M.	D.S.		
Explora	.0000	.00000	.0000	.00000	.000	1.000
Comprende	.0000	.00000	.0000	.00000	.000	1.000
Adquiere nueva información	.0088	.06623	.0000	.00000	-1.000	.317

Efecto de la enseñanza a través de la resolución de problemas, en el uso de los procesos cognitivos y metacognitivos de los estudiantes.

Analiza	.0029	.02208	.0029	.02208	.000	1.000
Planea	.0000	.00000	.0000	.00000	.000	1.000
Monitoreo Local	.0000	.00000	.0088	.04641	-1.414	.157
Monitoreo Global	.0044	.03311	.0044	.03311	.000	1.000

Tabla 13 Diferencias de medias de los procesos de resolución de problemas utilizados por los estudiantes del grupo control, antes y después de realizar la implementación del programa de formación docente.

Nota: M=Media, D.S.=Desviación estándar, Z=Valor de la prueba, Sig. Asintót=Nivel de significancia.

La tabla 10 muestra la diferencia de medias, de los procesos de resolución de problemas utilizados por los estudiantes del grupo control, antes y después de realizar la implementación del programa de formación docente. No se observaron diferencias significativas en los procesos de explora ($Z=.000$, $p>0.050$); comprende ($Z=.000$, $p>0.050$); adquiere nueva información ($Z=-1.000$, $p>0.050$); analiza ($Z=.000$, $p>0.050$); planea ($Z=.000$, $p>0.050$); monitoreo local ($Z= -1.414$, $p>0.050$); monitoreo global ($Z=-.000$, $p>0.050$).

Efecto de la enseñanza a través de la resolución de problemas, en el uso de los procesos cognitivos y metacognitivos de los estudiantes.

Conclusiones

Esta investigación tiene como objetivo determinar el efecto de la enseñanza a través de la resolución de problemas en el uso de los procesos cognitivos y metacognitivos de los estudiantes, para lo cual los procesos de resolución de problemas son “actividades mentales u operaciones mentales que incluyen todos los pensamientos durante la resolución de problemas” Lester (1980, citado por López, 1992) López (1992, citado por López, 2013) clasifica los procesos mentales dentro de la resolución de problemas como cognitivos y metacognitivos.

Resolución de problemas matemáticos en el uso de los procesos cognitivos.

Los procesos cognitivos se entienden como aquellos procesos reales en la resolución de problemas, es decir el quehacer en el proceso, estos procesos son: exploración, comprensión, adquisición de nueva información, análisis e implementación (López, 2013)

Los resultados con relación a estos procesos muestran que los estudiantes de ambos grupos comenzaron iguales en matemáticas, sin embargo, después de realizar la implementación de la enseñanza a través de la resolución de problemas matemáticos se observaron que los estudiantes de ambos grupos tienen diferencias significativas en los

Efecto de la enseñanza a través de la resolución de problemas, en el uso de los procesos cognitivos y metacognitivos de los estudiantes.

procesos Comprende ($Z=-2.063$, $p<0.050$) y Analiza ($Z=-3.499$, $p<0.010$), debido a que los estudiantes del grupo experimental utilizan más estos procesos que los del grupo control después de haber implementado la estrategia de la enseñanza a través de la resolución de problemas. Mientras que en el proceso Explora ($Z=.000$, $p>0.050$) y adquiere nueva información ($Z=-1.179$, $p>0.050$), no se observan diferencias significativas.

Se observan diferencias significativas antes y después de realizar la implementación de la enseñanza a través de la resolución de problemas matemáticos en el proceso analiza ($Z=-2.919$, $p<0.010$), el cual fue utilizado con mayor frecuencia después de la implementación por los estudiantes pertenecientes al grupo experimental. Mientras que en los estudiantes del grupo control no se observan diferencias significativas. Es decir que se acepta la hipótesis que existe un efecto de la enseñanza a través de la resolución de problemas matemático, en el uso de los procesos cognitivos de los estudiantes.

Esta hipótesis se corrobora con las investigaciones realizadas por Martínez (2012), Rodríguez y Santillán (2009), Varón y Otálora (2012) en donde también se obtuvo un efecto significativo en los procesos cognitivos. En la investigación realizada por Varón y otálora (2012) en la ciudad de Calí, se formaron a los profesores de estudiantes de primer grado en el desarrollo de las competencias matemáticas y el manejo de de herramientas de análisis de tareas y de desempeños, además estos profesores contaron con un acompañamiento in situ. Por su parte la investigación de Martínez (2012) también fue realizado con docentes y estudiantes del grado primero en una institución pública, pero en la ciudad de Madrid (España), donde los docentes fueron capacitados en la utilización de actividades encaminadas a propiciar la resolución de problemas de estructuras aditivas. Por su parte Rodríguez y Santillán (2009)

Efecto de la enseñanza a través de la resolución de problemas, en el uso de los procesos cognitivos y metacognitivos de los estudiantes.

trabajan con docentes y estudiantes de sexto grado de primaria en la ciudad de México (México) en donde implementaron un método y estrategias de resolución de problemas matemáticos, además de utilizar la entrevista semiestructurada como una forma de conocer los procedimientos utilizados por los estudiantes.

El proceso comprende se entiende como aquel en donde el estudiante se esfuerza por reconocer la naturaleza del problema reconociendo los datos del problema y la pregunta, para activar este proceso se puede realizar preguntas como ¿Qué sabemos acerca del problema?, ¿de qué se habla en el problema? ¿Qué nos dice el problema? planteamos el problema con nuestra palabras (López, 2013). Los resultados muestran que después de realizar la implementación de la enseñanza a través de la resolución de problemas matemáticos se observaron que los estudiantes de ambos grupos tienen diferencias significativas en el proceso Comprende ($Z=-2.063$, $p<0.050$), siendo utilizada con mayor frecuencia por los estudiantes cuyo profesor desarrolló la enseñanza a través de la resolución de problemas, demostrando así, que existe un efecto de la enseñanza a través de la resolución de problemas matemático, en el uso de este proceso cognitivo.

Esto se relaciona con las investigaciones realizadas por Aragón y Gutiérrez (2013) debido a que se obtuvo un efecto significativo en este proceso ($t=-5.586$, $gl=39$, $p<0.001$), Charris y Espinosa (2001) ($t=-7.238$, $gl=99$, $p<0.001$), Arnedo, Espitia, Hurtado, Montes y Reyes (2009) ($t=-7.238$, $gl=99$, $p<0.001$), Aragón y Gutiérrez (2013) ($t=-5.586$, $gl=39$, $p<0.001$), Agudelo, Bedoya y Restrepo (2008) En el pretest sólo el 3% de los estudiantes comprenden el problema, mientras que en el posttest los datos arrojados muestran que el 71% de los estudiantes comprendieron la lectura planteada identificando las ideas principales y secundarias. Martínez (2012) en esta investigación la variable comprende tiene una

Efecto de la enseñanza a través de la resolución de problemas, en el uso de los procesos cognitivos y metacognitivos de los estudiantes.

correlación más fuerte con la correcta solución del problema que con el manejo de conocimientos previos ($r=0.720$, $p<0.001$), Rodríguez y Santillán (2009) en su investigación el análisis estadístico muestra que en efecto la variable comprensión tiene una correlación más fuerte con la correcta solución del problema que el manejo de conocimientos previos, Losada y Varela (2007), en la primera fase ningún docente llevaba a sus estudiantes a solucionar problemas matemáticos utilizando estos procesos, el proceso comprende aumenta en la segunda fase y se mantiene en la tercera fase. Rada, Tafur y Otálora encontraron que el grupo experimental tuvo efecto significativo en la prueba t student en el proceso la comprensión que está involucrada en la lectura atenta ($t = - 3,798$, $gl=29$, $p<0,05$), expresada en los estudiantes a través del recuento del problema en sus propias palabras, se expresan los distintos elementos de mayor relevancia en el problema, identificando los datos que suministra el problema y la(s) variable(s) desconocida(s), o los valores que se deben hallar para dar respuesta al problema.

Sin embargo, los resultados de la presente investigación con relación al proceso comprende, no son concluyentes con la investigaciones de Rodríguez (2005), debido a que ellos en su investigación muestran la necesidad de concretar las características de la tarea (modelización/ ejecución/ mixta; tarea de práctica/ tarea problemática) para el análisis de las dificultades de los alumnos en la resolución de tareas matemáticas, este estudio se realizó con estudiantes matriculados en primero de bachillerato de una institución pública y estudiantes de una institución privada. Se evaluaron los procesos a través de CAETI-Trait Thinking Questionnaire (O'Neil y Schacter, 1997). Se presenta los resultados obtenidos en cada caso, denominado post-test 2 al que contestaron los alumnos en relación con el “taller” y manteniendo la nomenclatura original (post-test) para el cuestionario contestado en relación con las clases de matemáticas.

Efecto de la enseñanza a través de la resolución de problemas, en el uso de los procesos cognitivos y metacognitivos de los estudiantes.

El proceso Analiza se entiende como en este el estudiante verifica los elementos del problema y realiza acciones como dividir el problema en partes, simplificarlo y seleccionar la operación a realizar para solucionar el problema, para activar este proceso se pueden realizar preguntas como ¿qué tenemos que averiguar primero? ¿y después? ¿cómo podríamos simplificar el problema? ¿Cuáles son las palabras claves y que tenemos que hacer para resolver el problema? (López, 2013). Los resultados muestran que después de realizar la implementación de la enseñanza a través de la resolución de problemas matemáticos se observaron que los estudiantes de ambos grupos tienen diferencias significativas en el proceso Analiza ($Z=-3.499$, $p<0.010$), siendo utilizada con mayor frecuencia por los estudiantes cuyo profesor desarrolló la enseñanza a través de la resolución de problemas, además, Se observan diferencias significativas antes y después de realizar la implementación en este proceso ($Z=-2.919$, $p<0.010$), demostrando así, que existe un efecto de la enseñanza a través de la resolución de problemas matemático, en el uso de este proceso cognitivo.

Estos resultados los podemos relacionar con las investigaciones de Charris y Espinosa (2001), ($t=-5.933$, $gl=99$, $p<.001$) Arnedo, Espitia, Hurtado, Montes y Reyes (2009), ($t=-5.933$, $gl=99$, $p<0,001$), Aragón y Gutiérrez (2013), ($t=-9.408$, $gl=39$, $p<0.001$), Varón y Otálora (2012), el mayor cambio se presenta en este proceso ya que ninguna maestra utiliza estas actividades en el pretest, mientras siete maestras proponen actividades que involucran tal tipo de proceso a los niños en el posttest. En donde al igual que esta investigación el proceso analiza tuvo un efecto significativo al momento de resolver un problema matemático, es decir que los estudiantes tienden a verificar los elementos del problema y realiza acciones como dividir el problema en partes, simplificarlo y seleccionar la operación a realizar para

Efecto de la enseñanza a través de la resolución de problemas, en el uso de los procesos cognitivos y metacognitivos de los estudiantes.

solucionar el problema con mayor frecuencia de la que lo hacían antes de pasar por este proceso de intervención.

El proceso explora se define como aquel en el que se da la activación de los conocimiento previos de los estudiante en torno a lo cognitivo, problemas similares y estrategias de solución, para activar este proceso se pueden realizar preguntas como ¿Qué sabemos acerca de tema?, ¿hemos hecho algo así? (López, 2013), y el proceso adquiere nueva información se define como aquel en donde el estudiante es quien pide repetición de la pregunta o los datos para obtener nueva información (López, 2013), ambos no tuvieron un efecto significativo en la presente investigación Explora, ($Z=.000$, $p>0.050$) y adquiere nueva información ($Z=-1.179$, $p>0.050$).

Resolución de problemas matemáticos en el uso de los procesos metacognitivos.

Los procesos metacognitivos son aquellas actividades autónomas para tener el control del proceso resolutor y de su aprendizaje, en este se regulan los procesos cognitivos y el pensamiento acerca de las operaciones cognitivas, los procesos de la resolución de problema de orden metacognitivo son la planeación, monitoreo local y monitoreo global o evaluación (López, 2013)

Los resultados de este proceso muestran que los estudiantes de ambos grupos comenzaron iguales, sin embargo, después de realizar la implementación de la enseñanza a través de la resolución de problemas matemáticos se observaron que los estudiantes de ambos grupos tienen diferencias significativas en los procesos Monitoreo Local ($Z=-2.003$, $p<0.050$),

Efecto de la enseñanza a través de la resolución de problemas, en el uso de los procesos cognitivos y metacognitivos de los estudiantes.

y Monitoreo Global ($Z=-2.739$, $p<0.010$), debido a que los estudiantes del grupo experimental utilizan más estos procesos que los del grupo control después de haber implementado la estrategia de la enseñanza a través de la resolución de problemas. Mientras que en el proceso planea ($Z=0.000$, $p>0.050$), no se observan diferencias significativas.

Se observan diferencias significativas antes y después de realizar la implementación de la enseñanza a través de la resolución de problemas matemáticos en el proceso Monitoreo Global ($Z=-2.165$, $p<0.050$), el cual fue utilizado con mayor frecuencia después de la implementación por los estudiantes pertenecientes al grupo experimental. Mientras que en los estudiantes del grupo control no se observan diferencias significativas. Es decir que se acepta la hipótesis que existe un efecto de la enseñanza a través de la resolución de problemas matemático, en el uso de los procesos metacognitivos de los estudiantes.

Los resultados de la presente investigación se corroboran con la investigación realizada por Troncoso (2013) en la ciudad del Tolima (colombia) con estudiantes de sexto grado de un colegio público, los cuales fueron capacitados a través de una estrategia metacognitiva fundamenta en la propuesta realizada por Mateos, (2001), en la que establece una serie de pasos, a través de los cuales se empodera al estudiante de su proceso de aprendizaje de manera gradual, hasta estar en capacidad de utilizar los conocimientos adquiridos de forma autónoma y pertinente, además los talleres que realizan a los estudiantes están fundamentados en preguntas. Por su parte Lee, Sheng, Hong (2014) realizan una investigación en ciudad de singapur, en donde dan a conocer una instrucción metacognitiva para estudiantes de cuarto de primaria para abordar problemas matemáticos no rutinarios, encontrando que los estudiantes

Efecto de la enseñanza a través de la resolución de problemas, en el uso de los procesos cognitivos y metacognitivos de los estudiantes.

tienen una mayor confianza en la resolución del problema, mayor disposición a abordar un problema y un mayor control.

Otra investigación que corroboran estos resultados es la realizada por Bernal, et al. (2006), en estudiantes de segundo grado de tres colegios de Bogotá, utilizando la estrategia Peva (pensar en voz alta), la cual es un método que permite dar cuenta de la forma como el sujeto accede al conocimiento y los mecanismos que utiliza para construir soluciones en situaciones problema, los resultados obtenidos sobre la metacognición arrojó el indicador de la supervisión, consistente en la posibilidad de reflexionar acerca de las acciones cognitivas que están en marcha y examinar sus consecuencias o preguntarse acerca de las acciones que se están realizando, en este caso los niños presentaron este indicador al momento de reconocer errores cometidos, principalmente al responder a la entrevista semi estructurada. y el indicador de relacionar información, que hace parte de la categoría de conocimiento, hace referencia a la posibilidad de retomar información previa, organizarla coherentemente para responder así a la pregunta problema.

En cuanto al efecto en los procesos metacognitivos hay estudios que no son congruentes con los resultados encontrados en la presente investigación, debido que no obtuvieron un efecto significativo en la intervención del programa que se aplicó como en las realizadas por Bara (2001), los resultados de esta investigación no fueron significativos debido al bajo grado de implicación del profesorado, ya que las personas encargadas de desarrollar las estrategias metacognitivas en los estudiantes eran ajenos al instituto, por lo que es recomendable incluir estas estrategias como una parte más de sus clases, integrarlas a los contenidos habituales, tal como se realizó en el proceso de la presente investigación.

Efecto de la enseñanza a través de la resolución de problemas, en el uso de los procesos cognitivos y metacognitivos de los estudiantes.

También se encuentra la investigación realizada por DiGiacomo (2014), en donde no encontró un efecto significativo del tratamiento o de grado en la escala total, (Tratamiento $F=(1,26)=1.656$, $p=.210$, $\eta^2=.06$, grado, $F=(1,26)=3.859$, $p=.06$, $\eta^2=.129$); es decir, que no se determinó la efectividad de la intervención sobre el uso de estrategias metacognitivas durante la resolución de problemas, esto debido a que se presentaron varias limitaciones en este estudio en primer lugar el estudio se realizó en una población pequeña y selecta que puede limitar la validez de los resultados, segundo los datos actuales no permiten un examen exhaustivo de los efectos de la intervención, en tercer lugar el PI inicialmente había propuesto a los participantes ver su propia confianza, juicios y exactitud de la calibración después de recibir entrenamiento, en cuarto lugar el PI debería haber aplicado procedimientos más estrictos cuando el cualitativo de codificación de respuestas.

El proceso de Monitoreo Local se define como el proceso en donde el estudiante reflexiona sobre su proceso resolutor, las actividades y estrategias que va implementando, incluye la autorregulación y el auto chequeo, y en ocasiones la estrategia remedial, este proceso se puede potencializar mediante preguntas como: ¿Cómo sabes que lo estás haciendo bien o correctamente? (López, 2013). Los resultados muestran que después de realizar la implementación de la enseñanza a través de la resolución de problemas matemáticos se observaron que los estudiantes de ambos grupos tienen diferencias significativas en el proceso Monitoreo Local ($Z=-2.003$, $p<0.050$), siendo utilizada con mayor frecuencia por los estudiantes cuyo profesor desarrolló la enseñanza a través de la resolución de problemas.

Estos resultados son similares a los de las investigaciones realizadas por Charris y Espinosa (2001) ($t=-8.290$, $gl=99$, $p<.001$), Arnedo, Espitia, Hurtado, Montes y Reyes (2009)

Efecto de la enseñanza a través de la resolución de problemas, en el uso de los procesos cognitivos y metacognitivos de los estudiantes.

($t=-8.290$, $gl=99$, $p<0.001$), Barrientos, Cervantes y Sierra (2014), ($Z=-3.673$, $p<0.010$), Aragón y Gutiérrez (2013), ($t=-5.264$, $gl=39$, $p<0.001$), Rada, Tafur y Varela (2013), ($t=-2.262$, $gl=29$, $p<0,050$), en donde tuvieron un efecto significativo en este proceso después de haber realizado la implementación de la estrategia de enseñanza a través de la resolución de problemas. Estos estudios fueron realizados en colegios públicos de la región caribe colombiana, en los grados de segundo, tercero y cuarto de primaria, utilizando la misma estrategia de enseñanza de resolución de problemas, que la de la presente investigación, corroborando que esta estrategia ayuda a que los estudiantes utilicen el proceso monitoreo local al momento de resolver un problema matemático.

El proceso de Monitoreo Global se entiende como aquel en donde el estudiante reflexiona sobre la forma como llevó a cabo o soluciono el problema, las acciones y las actividades realizadas, implementando en ocasiones la estrategia remedial, este proceso se potencializa mediante preguntas como: ¿sabes si el proceso fue acertado? ¿resolviste el problema correctamente? (López, 2013). Los resultados muestran que después de realizar la implementación de la enseñanza a través de la resolución de problemas matemáticos se observaron que los estudiantes de ambos grupos tienen diferencias significativas en el proceso Monitoreo Global ($Z=-2.739$, $p<0.010$), siendo utilizada con mayor frecuencia por los estudiantes cuyo profesor desarrolló la enseñanza a través de la resolución de problemas, además, se observan diferencias significativas antes y después de realizar la implementación en este proceso ($Z=-2.165$, $p<0.050$), demostrando así, que existe un efecto de la enseñanza a través de la resolución de problemas matemático, en el uso de este proceso cognitivo.

Efecto de la enseñanza a través de la resolución de problemas, en el uso de los procesos cognitivos y metacognitivos de los estudiantes.

Esto se corrobora con las investigaciones realizadas por Charris y Espinosa (2001), ($t=-8.273$, $gl=99$, $p<.001$) Arnedo, Espitia, Hurtado, Montes y Reyes (2009), ($t=-273$, $gl=99$, $p<0.001$), Aragón y Gutiérrez (2013), ($t=-5.454$, $gl=39$, $p<0.001$), en donde también se obtuvo un efecto significativo.

El proceso planea se entiende como aquel en donde el estudiante toma las decisiones acerca del procedimiento, identificando anticipadamente que va a realizar antes y después para resolver el problema, para activar este proceso se pueden realizar las siguientes preguntas: ¿cómo vamos a solucionar el problema?, ¿qué estrategias vamos a utilizar para resolver el problema? (López, 2013). Mientras que en el proceso planea ($Z=0.000$, $p>0.050$), no se observan diferencias significativas.

Sin embargo, las investigaciones encontradas no son congruentes con el resultado de la presente investigación debido a que ellos si tuvieron un efecto significativo en este proceso, como lo demuestran los resultados de las investigaciones desarrolladas por Charris y Espinosa (2001), ($t=-8.938$, $gl=99$, $p<.001$), Arnedo, Espitia, Hurtado, Montes y Reyes (2009), ($t=-8.938$, $gl=99$, $p<0.001$), Aragón y Gutiérrez ($t=2.822$, $gl=39$, $p<0.001$). En la investigación de Bernal (2014), este proceso obtuvo un efecto significativo en esta investigación debido a que los participantes planean acciones para la resolución de problemas y llevar a cabo tales acciones todo ello con el fin de dar solución a la situación problema. mientras que en la investigación de Agudelo, Bedoya y Restrepo (2008), en el pretest los estudiantes no conciben un plan de solución para los problemas y en el posttest se encontró que el 78% si siguieron un plan elaborado inicialmente lo que significa que hubo un efecto significativo.

Efecto de la enseñanza a través de la resolución de problemas, en el uso de los procesos cognitivos y metacognitivos de los estudiantes.

Los resultados de esta investigación permiten comprobar que existe un efecto de la enseñanza a través de la resolución de problemas matemático, en el uso de los procesos cognitivos y metacognitivos en estudiantes de segundo grado.

Efecto de la enseñanza a través de la resolución de problemas, en el uso de los procesos cognitivos y metacognitivos de los estudiantes.

Recomendaciones

Después de realizada la investigación, el análisis de los resultados y la confirmación de las hipótesis de trabajo se sugieren las siguientes recomendaciones, para futuras investigaciones

- Realizar seguimiento constante de la implementación de la enseñanza basada en problemas en el aula mediante observaciones de clase en cortos periodos debido
- Implementar la enseñanza basada en problemas en el aula por periodos largos de tiempo, generando el uso constante de los procesos cognitivos y metacognitivos de la resolución de problemas
- Socializar la metodología de la enseñanza basada en problemas la clase para pensar, en los colegios oficiales y no oficiales del departamento del Atlántico, dándole la oportunidad a los docentes de hacer parte de este, contribuyendo al fortalecimiento de los procesos cognitivos y metacognitivos de la resolución de problemas de los estudiantes del Atlántico, fortaleciendo el área en las prueba estandarizadas aplicadas en todo el país.

Efecto de la enseñanza a través de la resolución de problemas, en el uso de los procesos cognitivos y metacognitivos de los estudiantes.

Bibliografía

Acosta, M., Joya, A., (2016). Estrategias metacognitivas asociadas a la solución de problemas multiplicativos en: <http://compartirpalabramaestra.org/alianza-gimnasio-campestre-compartir/estrategias-metacognitivas>

Agudelo Valencia, B., Bedoya Quintero, V. y Restrepo Morales, A. (2008). Métodos heurísticos en la resolución de problemas matemáticos. Facultad de ciencias de la Educación. Universidad Tecnológica de Pereira

Aragón Mercado, Y. y Gutiérrez Villamil, C. (2013). Efecto del programa de formación Docente “La clase para pensar” sobre los procesos y estrategias de resolución de problemas y la exactitud en el pensamiento algebraico temprano, (Tesis de Maestría), Barranquilla, Colombia.

Arnedo Guerrero, J., Espitia Traviño, C., Hurtado Orozco, P., Montes Montaña, M, y Reyes Hernández, S. (2009), Efecto del programa “Enseñando a pensar”, sobre las creencias pedagógicas de docentes, procesos cognitivos y estrategias de Resolución de Problemas de estructura aditiva de sus estudiantes, (Tesis maestría) Barranquilla, Colombia.

Astola, P., Salvador, A., Vera, G. (2012) Efectividad del programa "GPA-RESOL" en el incremento del nivel de logro en la resolución de problemas aritméticos aditivos y sustractivos en estudiantes de segundo grado de primaria de dos instituciones educativas, una

Efecto de la enseñanza a través de la resolución de problemas, en el uso de los procesos cognitivos y metacognitivos de los estudiantes.

de dos instituciones educativas, una de gestión estatal y otra privada del distrito de San Luis. (Tesis maestría) Sucre, Colombia.

Bara P. (2001). Estrategias metacognitivas y de aprendizaje: estudio empírico sobre el efecto de la aplicación de un programa metacognitivo, y el dominio de las estrategias de aprendizaje en estudiantes de e.s.o, b.u.p y universidad. Facultad de Educación. Universidad Complutense de Madrid.

Barrantes, H. (2006). Resolución de problemas, el trabajo de Allan Schoenfeld. Cuadernos de investigación y formación en educación matemática, 1(1). Recuperado de <http://www.cimm.ucr.ac.cr/cuadernos/cuaderno1/Cuadernos%201%20c%204.pdf>

Barrientos Bolívar, K. Cervantes Suarez, E. y Sierra Daza, Y. (2014). Efecto de un módulo de formación docente en la resolución de problemas Geométricos- Métrico de los estudiantes, (Tesis de maestría). Universidad del Norte, Barranquilla – Colombia

Bernal, T., Figueroa, M., Ramírez, M., Triana, S., Gaitán, A., González, P., y Uribe, C. (2006). Cómo suman los niños: Un recorrido a través de los procesos de razonamiento, metacognición y creatividad. Universidad de Santo Tomás. Revista infancia, adolescencia y familia. ISSN 1900-8201 / Vol. 1, No. 1, 2006. Pp. 85-94

Bernal Romero, T. (2004). Más allá de las cuentas 1: procesos y estructuras aditivas. Universidad de Santo Tomás. Bogotá- Colombia. Vol. 1, N1. <http://revistas.usta.edu.co/index.php/hallazgos/issue/view/197>

Efecto de la enseñanza a través de la resolución de problemas, en el uso de los procesos cognitivos y metacognitivos de los estudiantes.

Castro, E. (2008). Resolución de problemas: ideas, tendencias e influencias en España. Investigación en educación matemática XII. Badajoz: Sociedad Española de Investigación en Educación Matemática, SEIEM. 113-140.

Calvo, M. (2008). Enseñanza eficaz de la resolución de problemas en Matemáticas. Revista Educación, 32 (1), 123 - 138.

Canal, N. (2006). Técnicas de muestreo Sesgos más frecuentes. En Seden (Eds) Métodos estadísticos para enfermería nefrológica (121-132). España.

Charris, C. & Espinosa, A. (2009) Efecto del programa de formación docente “enseñando a pensar en el conocimiento pedagógico del contenido, los procesos cognoscitivos las estrategias de resolución de problemas de estructuras aditivas. (Tesis maestría) Barranquilla, Colombia.

Corbalán, F. y Deulofeu, J. (1996) Polya, un clásico en la resolución de problemas. *Suma*, 1(22), 103- 107. recuperado en http://revistasuma.es/IMG/pdf/22/SUMA_22.pdf

De La Cruz, M., Fernández, I. & Martínez, J. (2006). Conocimientos y Prácticas Pedagógicas de los Docentes en relación con la Enseñanza de la Resolución de Problemas Aritméticos. Universidad del Norte. Tesis de Maestría. Barranquilla

Del Valle, M., Carotto, M. (2008). La resolución de problemas como estrategia de enseñanza y aprendizaje. Revista electrónica de enseñanza de las ciencias, 7(2), 463-479.

DiGiacomo, G. (2014). Enhancing Self-monitoring and Self-reflection through a Self-regulatory Skills Intervention Embedded in a Middle School Mathematics Curriculum. (Tesis

Efecto de la enseñanza a través de la resolución de problemas, en el uso de los procesos cognitivos y metacognitivos de los estudiantes.

de Doctorado). The City University of New York. Doctor of Philosophy. New York- Estados Unidos.

Echenique, I. (2006). Matemáticas resolución de problemas. Gobierno de Navarra. Departamento de Educación.

Hernández, R., Fernández, C., Baptista, P. (2010). Metodología de la investigación. México: McGraw-Hill.

Hoe Lee, N., Jian Sheng Yeo, D., & Eng Hong, S. (2014). A metacognitive-based instruction for Primary Four students to approach non-routine mathematical word problems. ZDM Mathematics Education (2014) 46:465–480 DOI 10.1007/s11858-014-0599-6

Instituto Colombiano para el Fomento de la Educación Superior: ICFES. (2015). Información de la prueba Saber 3, 5 y 9. Recuperado de: <http://www.icfes.gov.co/index.php/instituciones-educativas/pruebas-saber-3-5-y-9/informacion-de-la-prueba-saber3579>

Iriarte, A. (2011) Desarrollo de la competencia resolución de problemas desde una didáctica con enfoque metacognitivo. (Tesis maestría) Sucre, Colombia.

Li, R., Kornell, N., Pouget, A., y Cantlon, J. (2014). Young Children Bet on Their Numerical Skills: Metacognition in the Numerical Domain. Departamento de cerebro y ciencias cognitivas, Universidad de Rochester; 2 Departamento de psicología, Williams de la Universidad; y 3 Departamento de Neurociencias, Universidad de Ginebra.

Efecto de la enseñanza a través de la resolución de problemas, en el uso de los procesos cognitivos y metacognitivos de los estudiantes.

Llanos, L. (2011). Enseñanza del Álgebra y la Resolución de Problemas. Revista 360 grados, 6 (1), recuperado de <http://cremc.ponce.inter.edu/360/revista360/matematica/Lina%20Llanos-%20Algebra.pdf>

López, B., Costa, N. (1996). Modelo de enseñanza- aprendizaje centrado en Resolución de Problemas: Fundamentación, presentación e implicaciones educativas. Enseñanza de las ciencias, 45-61.

López, L. (1992). Efectos del contexto y la complejidad semántica en la presentación de problemas aritméticos para los procesos de resolución de problemas por estudiantes de quinto grado. Tesis Doctoral. New York. Columbia University

López, L. (2000). La Clase Para Pensar. Universidad del Norte.

Losada Fadul, M. y Varela Osorio, K. (2007). Seguimiento de la práctica pedagógica de docentes de pre-escolar, al enseñar las matemáticas a través de la resolución de problemas, durante la implementación del programa de formación de docentes. "Enseñando a pensar". Universidad del Norte. Barranquilla-Colombia

Martínez Montes, C. (2012). Resolución de problemas de estructura aditiva con estudiantes de segundo grado de educación primaria. (Tesis de maestría). Universidad Pedagógica Nacional, México, D.F. - México.

Mazario, T. (2009). La resolución de problemas: un reto para la educación matemática contemporánea. Reflexiones sobre un tema polémico: la resolución de problemas. (pp.4-18). Cuba: Editorial Universitaria.

Efecto de la enseñanza a través de la resolución de problemas, en el uso de los procesos cognitivos y metacognitivos de los estudiantes.

Mera, D. y Peña, P. (2011). Efectos de la aplicación de estrategias metacognitivas en el rendimiento de los estudiantes de 5to grado al realizar operaciones con números racionales. Revista de Investigación N° 73. Vol. 35.

Navarro M. y Navarro J. (2015). Método de intervención matemática basado en la evidencia. Revista de Psicología y Educación, 2015, 10(2), 113-126. ISSN: 1699-9517-e-ISSN:1989-9874. Universidad de Cádiz

OECD. (2014). Resultados de PISA en foco: lo que los alumnos saben a los 15 años de edad y lo que pueden hacer con lo que saben. Recuperado de http://www.oecd.org/pisa/keyfindings/PISA2012_Overview_ESP-FINAL.pdf el 29 de Julio de 2015.

Perales, F. (1993). La resolución de problemas: una revisión estructurada. Enseñanza de las ciencias, 11 (2), 170-178.

Pérez, C. (2008). Teoría triárquica de Sternberg. Facultad de Educación. Universidad de Concepción

Pifarré, M. Sanuy, J. (2001). La enseñanza de estrategias de resolución de problemas matemáticos en la ESO: Un ejemplo concreto. Departamento de Pedagogía y Psicología. Universidad de Lleida.

Pinilla, J., Roa, C., y Vesga, G. (2015). Desarrollo de habilidades metacognitivas a través de la solución de problemas matemáticos. XIV Conferencia Interamericana de educación matemática. Tuxtla Gutierrez, Chiapas- Mexico

Efecto de la enseñanza a través de la resolución de problemas, en el uso de los procesos cognitivos y metacognitivos de los estudiantes.

Rada Martínez, A., Tafur Villalobos, M. y Varela Fontalvo, L. (2013). Efecto de la formación de docentes en clase para pensar, mediado por cabri, sobre los procesos y estrategias en la resolución de problemas geométricos y su éxito, (Tesis de Maestría) Barranquilla, Colombia.

Rebollar, A., Ferrer, M., Carmenate, O., y García, E. (2013). La enseñanza basada en problemas y ejercicios, cambios en los estilos de docentes y alumnos. En la enseñanza basada en problemas, un modelo de gestión de aprendizajes del docente y el alumno (8-22). La Habana, Cuba: Educación cubana.

Rodríguez Fernández, A. y Santillán González, O. (2009). Método y Estrategias de resolución de problemas matemáticos utilizadas por alumnos de 6to. Grado primaria. Universidad Iberoamericana, México, D.F. - México.

Rodríguez Quintana, E. (2005). Metacognición, resolución de problemas y enseñanza de las matemáticas. Una propuesta integradora desde el enfoque antropológico (tesis doctorado). Universidad Complutense, facultad de educación departamento de psicología evolutiva y de la educación, Madrid, España.

Troncoso Girón, O. (2013). Estrategias metacognitivas en el aprendizaje de las matemáticas: Una intervención en el aula para determinar las implicaciones de la implementación de estrategias metacognitivas en el aprendizaje de las matemáticas (tesis maestría), Universidad del Tolima, Facultad ciencias de la Educación. Ibagué – Tolima

Varón Vega, V., y Otálora Sevilla, Y. (2012). Estrategias de intervención con maestros centradas en la construcción de espacios educativos significativos para el desarrollo de

Efecto de la enseñanza a través de la resolución de problemas, en el uso de los procesos cognitivos y metacognitivos de los estudiantes.

competencias matemáticas. Avances en Psicología Latinoamericana/Bogotá (Colombia)/Vol. 30(1)/pp. 93-107/2012/ISSN1794-4724-ISSNe2145-4515. Universidad del Valle, Colombia.

Vilanova, S., Rocerau, M., Valdez, G., Oliver, M., Vecino, S., Medina, P., Astiz, M., Alvarez, E. (2001). La educación matemática: El papel de la resolución de problema en el aprendizaje. Revista Iberoamericana recuperado de <http://rieoei.org/deloslectores/203Vilanova.PDF>

Vizcarro, C., y Juárez, E. (2008). ¿Qué es y cómo funciona el aprendizaje basado en problemas?. La metodología del aprendizaje basado en problemas (pp.8-32). Madrid, España: Universidad de Murcia, servicio de publicaciones

Efecto de la enseñanza a través de la resolución de problemas, en el uso de los procesos cognitivos y metacognitivos de los estudiantes.

Anexos

Ejercicios (7 Años- 2 GRADO)

Después de establecido el rapport y haber hecho una corta introducción sobre la idea de hacer collares para vender se le dice: "Imaginate que vamos a empezar a realizar collares y pulseritas para vender a nuestros amigos y vecinos y poder tener una platica para el paseo del curso de fin de año. Debemos recoger algunos fondos para el transporte, el almuerzo y las meriendas de todos los niños del curso y un detalle para cada uno, por lo cual debemos poner todos los esfuerzos en este negocio, hacer los collares y pulseras más bonitas, ofrecerles a otros y llevar bien nuestras cuentas para no perder plata".

"Como no quiero que se me olviden las ideas que tú me des para realizar los collares y las pulseras, voy a ir escribiendo tus ideas aquí en este papel... a ver qué se nos ocurre..."

Después de que el estudiante finalice el ejercicio, el entrevistador seguirá con la entrevista.

<u>NUMERO FALTANTE</u>	<u>NUMERO FALTANTE</u>	<u>NUMERO FALTANTE</u>	<u>NUMERO FALTANTE</u>
1. A. Imaginate que hoy hiciste 92 collares para vender en el colegio y tu amiguito hizo 28 collares más que tu. ¿Cuántos collares hizo tu amiguito?	2. A. Imaginate que una de tus compañeras de curso tiene 82 collarcitos para vender por todo el barrio. Ella tiene 38 menos que tu. ¿Cuántos collares tienes tú?	1. B. Oye... Imaginate que Mary una de tus compañeras te compró para regalar a su mamá en el día de las madres 62 collares y Juanito 18 más que Mary ¿Cuántos collares te compró Juanito?	2. B. Oye... Imaginate que la profesora Juana te compró 52 pulseras para los niños de su curso y la profesora Olga te compró 48 más que Juana, ¿Cuántas pulseras compró la profesora Olga?

Entrevista Procesos Cognitivos y Estrategias en Resolución de Problemas Matemáticos

<p>1. Explora: Antes de contestar la pregunta de los collares que te hice, ¿Recordaste algo parecido a esta pregunta?, ¿Sí?, ¿Qué? Parafraseo: ¿Esta pregunta te recordó alguna otra pregunta que hayas contestado antes? ¿Sí? ¿Cuál?</p>
<p>2. Comprende: Antes de dar la respuesta, ¿Qué hiciste para entender la pregunta de los collares? (Gral.) A. Reconoce datos Oye, mientras yo te hablaba, ¿Pensaste cual era la información más importante del problema? ¿Cuál? B. Identifica la pregunta problema/ Replantea problema Oye, ¿Pusiste/cambiaste a tus propias palabras lo que yo te pregunté? ¿Puedes expresar el problema con tus Palabras?</p>
<p>3. Adquiere Nueva Información Cuando me pediste que te repitiera la pregunta de los collares ¿Qué oíste que haya sido diferente a lo que habías oído antes? Parafraseo: ¿Hubo algo diferente en la última pregunta que te hizo más fácil entender?</p>
<p>4. Analiza Antes de resolver el problema, ¿Cómo ordenaste la pregunta de los collares en tu cabecita?(General) A. Divide por partes ¿Dividiste el problema en partes? ¿Qué hiciste primero?, ¿qué hiciste después? B. Simplifica ¿Le quitaste palabras para hacerlo más corto? Dimelo a mi para saber cómo fue que lo hiciste C. Selecciona Perspectiva/ (identifica una estrategia de solución) Antes de resolver el problema ¿pensaste en que ibas hacer para resolverlo? ¿Sabías que tenías que quitar o poner collares?</p>
<p>5. Planea Antes de resolver el problema ¿Pensaste cómo lo ibas a hacer?, ¿Sí?, ¿Qué pensaste? Parafraseo: ¿Pensaste cómo ibas a quitar/poner (collares) antes de hacerlo?</p>
<p>6. Implementa Cuéntame lo que hiciste para llegar a tu respuesta... Parafraseo: ¿Cómo lo hiciste?</p>

Anexo 2 Entrevista procesos cognitivos y estrategias de resolución de problemas

Efecto de la enseñanza a través de la resolución de problemas, en el uso de los procesos cognitivos y metacognitivos de los estudiantes.

<p>7. Monitoreo Local</p> <p>A. Mientras que resolvías la pregunta, de las piedrecitas/collares/ pulseras ¿Paraste para mirar/chequear/verificar si lo estabas haciendo bien? (General)</p> <p>Parafraseo: Pensaste: “Mmm...¿Será que estoy haciendo esto bien?”</p> <p>A. B. Estrategia remedial (Si monitorea y corrige) Si te diste cuenta de que estabas equivocado, ¿Qué hiciste para corregirlo?</p>
<p>8. Monitoreo Global</p> <p>A. Cuando me diste la respuesta, ¿Volviste a mirar/chequear para ver si habías contestado bien mi pregunta de las piedrecitas etc.? (Gral.)</p> <p>Parafraseo: Cuando me respondiste, ¿Te diste un tiempo y pensaste: “Sí, esta respuesta está bien, o ¡Uy!, no esto está mal?”</p> <p>B. Estrategia alternativa (Si el niño evaluó y corrigió) ¿Pensaste en otra forma diferente para solucionar la pregunta?</p>
<p>9. Sugerencias Preguntas abiertas: si la respuesta del niño es muy vaga o general entonces pida aclaración utilizando las siguientes preguntas.</p> <ul style="list-style-type: none"> -Dime un poco más sobre eso -Me puedes aclarar tu respuesta -Que querías decir cuando me dijiste _____ -A que te refieres con _____ -Por qué _____ -Cuéntame como así que _____ -Como hiciste para saberlo _____ - ¿Qué cosas? ¿Qué operaciones?

Efecto de la enseñanza a través de la resolución de problemas, en el uso de los procesos cognitivos y metacognitivos de los estudiantes.

Formato de Recolección de Datos

Entrevistador.: _____ Estudiante: _____
 Código ____ Edad ____ Sexo: F M Problema 1A ____ 2A ____
 Colegio: _____ Profesor _____ Curso: _____ Fecha: _____

	Básico / Metacognit	Meta/Crit	Creativo / Metacognitivo	Meta/Critic	Resp
Problema	1. Explora 2. Comprende 3. Ad. Nueva Info 4. Analiza 5. Planea 6. Implementa Estrategias			7. Monitoreo Local 8. Monitoreo Global Respuesta Espontánea	
Número Faltante	A.Reconocimiento datos B.Replantea problema Recolección nueva info A.División por partes B.Simplificación/reform C. Perspectiva, selección				
Re					
Ef					
M					

Re = Respuesta espontánea Ef = Entrevista Flexible

M = Corrección metacognitiva

Hubo corrección metacognitiva: Proceso/Subproceso: _____ o por escucha de la repetición de la respuesta _____

Anexo 3 Formato de recolección de datos

Efecto de la enseñanza a través de la resolución de problemas, en el uso de los procesos cognitivos y metacognitivos de los estudiantes.

Guía del Sistema de Codificación

Estrategias

<i>Estrategia</i>	<i>Definición</i>	<i>Ejemplo: "2+3"</i>
<i>A. Separar a un lado</i> (Manipulativos)	Después o mientras cada objeto es contado una sola vez, el niño lo mueve a un lado apartándolo de aquellos que le faltan por contar. El niño puede fácilmente diferenciar qué objeto ha contado de aquel que falta por contar, de esta forma, reduce el apoyo de la memoria.	El niño diría: "O.K. éstos (señalando a aquellos que ya contaron) son 2 y todavía me falta por contar estos otros para saber cuántos hay."
<i>B. Etiquetar o señalar</i> (Manipulativos)	El niño toca cada objeto, por ejemplo monedas una sola vez con el propósito de contarlas sin moverlas. Esta estrategia requiere el distinguir lo que ya se ha contado de aquello que aún falta por contar.	El niño diría mientras toca el objeto: "éste es uno, éste es dos, tres".
<i>C. Enumeración Mental</i>	Contar objetos que no se encuentran presentes (imaginarios) sea que se encuentren en el espacio o en su mente. El niño visualiza y cuenta mentalmente sin el uso de manipulativos.	El niño mira en el espacio con gran concentración y moviendo la cabeza, moviendo sus ojos, señalando, señalando a objetos imaginarios, moviendo los labios para contar de forma silenciosa, Al explicar el niño como resolvió 2+3 el niño puede decir que él miró 5 zanahorias en su mente y que las contó.
<i>D. Descomposición</i>	Divide los números en unidades más pequeñas	El niño divide los números en 2 + 2 +1 para hacerlo más simple.
<i>E. Contar por Unidad</i>	El niño separa en dos grupos los números en la operación, y luego cuenta las unidades de cada grupo por separado.	El niño hace a un lado dos objetos (grupo 1) y deja por otro lado 3 (grupo 2) y, luego, cuenta las unidades en cada grupo diciendo: "1,2" y "1,2,3"
<i>F. Contar con los dedos</i>	El niño señala con el dedo sus representaciones de unidad una sola vez con el propósito de contar. Esta estrategia requiere una distinción entre lo que ya se ha contado y lo que hace falta por contar.	El niño diría mientras señala con el dedo: "Éste es uno, dos, tres" en correspondencia con el dedo.
<i>G. Contar de forma oral</i>	El niño dice de forma oral el nombre del número.	El niño diría: "uno, dos, tres, cuatro, cinco".
<i>H. SUM o Contar todo (Geary, 2004)</i>	Es cuando el niño cuenta uno a uno todos los números en ambos grupos de los sumandos para determinar el resultado	El niño suma los dos grupos y empieza a contar: "1,2,3,4,5"

Anexo 4 Guía del sistema de codificación

Efecto de la enseñanza a través de la resolución de problemas, en el uso de los procesos cognitivos y metacognitivos de los estudiantes.

	Después de crear dos grupos de objetos y contarlos por separado, el niño combina ambos grupos y cuenta todos los objetos juntos para determinar la suma.	o el niño hace a un lado dos objetos (por ejemplo dos monedas) y cuenta ese grupo y el grupo restante de tres por separado. Luego, el niño junta ambos grupos y vuelve a contarlos todos juntos.. "1,2" ... "1,2,3"...cuenta todos "1,2,3,4,5"
--	--	--

<i>Estrategia</i>	<i>Definición</i>	<i>Ejemplo: "2+3"</i>
<i>I. MIN o desde el más grande</i>	En esta estrategia, el niño empieza a contar a partir del número más grande o del minuendo al sustrayendo.	El niño diría: "3,4,5" incluyendo el número más grande de la operación
<i>J. MAX o desde el más chico</i>	En esta estrategia el niño empieza contando a partir del número más pequeño o del sustrayendo.	El niño diría: "2,3,4,5" incluyendo el número más r
<i>K. Recordar o memorizado</i>	El niño da una respuesta rápida y buena que no parece ser derivada de un cálculo, sino, de una tabla u operación memorizada.	Algunas veces, el niño dice: "... simplemente lo sabía" Algunas veces, la inferencia concerniente al recuerdo es resultado de la observación de la rapidez y la precisión de la respuesta, pues, el niño diría inmediatamente: "5"
<i>L. Aritmética Mental</i>	Cuando el niño hace la suma o resta en su cabeza sin representaciones y tarda en dar una respuesta.	En algunas ocasiones, el niño dice que él se imaginó los números sumando y restando en su cabeza y sólo da una respuesta pero, se tarda en darla.
<i>M. Adivinar</i>	El niño da una respuesta rápida aparentemente basado en poca o ninguna información.	La respuesta del niño parece ser una respuesta no relacionada con la operación.
<i>N. Subitizing o visto inmediatamente (Manipulativos)</i>	Se refiere a un reconocimiento total de grupos, con cierta cantidad de elementos, basado en sus características físicas, a lo cual, el niño dice inmediatamente la respuesta.	Después de combinar grupos de objetos o retirar una cantidad de objetos del grupo, el niño mira a la cantidad restante y dice inmediatamente: "hay 5".

Efecto de la enseñanza a través de la resolución de problemas, en el uso de los procesos cognitivos y metacognitivos de los estudiantes.

Guía del Sistema de Codificación

Procesos

<i>Proceso</i>	<i>Definición</i>
1. Explora:	Búsqueda estructurada para conocer la respuesta.
2. Comprende:	Esfuerzo del estudiante por aprehender la naturaleza del problema. Incluye: A. Reconocimiento de los elementos del problema donde se espera que el estudiante haga un recuento de los datos que consideró en su cabeza; B. Replanteamiento del problema donde se espera conocer si el niño cambió la pregunta y la replanteó en sus propias palabras.
3.Nueva Información:	Momento en el que el estudiante pide repetición de la pregunta y recoge nueva información o información que antes no había escuchado o prestado atención, se espera conocer qué información nueva capturó el niño cuando se le repitió la pregunta.
4. Analiza:	Esfuerzo del estudiante por examinar los elementos del problema. Incluye: A. Dividir por partes, donde se espera conocer si el niño analizó el problema planteado, B. Simplificar, donde se espera conocer si el niño analizó el problema planteado acortándolo, C. Seleccionar perspectivas donde se espera conocer si el niño analizó los datos seleccionando el tipo de operación aritmética a realizar.
5. Planea:	Incluye las decisiones que se toman acerca del procedimiento para resolver el problema
6. Implementa:	Es el elemento donde el estudiante realiza el plan pensado. Incluye las estrategias planteadas.
7.Hace monitoreo local:	En términos generales, hace referencia al momento en el que el niño cuando soluciona el problema, se involucra en actividades de toma de decisiones y autorregulación, es decir, si el niño chequeó o verificó lo que estaba haciendo, o expresado en otras palabras, monitoreo del progreso o de la estrategia. Incluye el subproceso B. Mejoramiento de la estrategia o Estrategia remedial, si hubo corrección durante el proceso.
8.Hace monitoreo global:	En términos generales, hace referencia a la regulación del proceso, es decir si el niño chequeó o verificó lo que hizo, o expresado en otras palabras, si evaluó los resultados o verificó los cálculos. Incluye el subproceso: B. Entender que si hubo corrección al evaluar los resultados, la estrategia no fue la adecuada, y se debe buscar estrategias alternativas o se ve la necesidad de repensar el proceso es decir, conocer si el niño utiliza una estrategia diferente para corregirlo.

Las preguntas específicas referentes a cada proceso se encuentran en la entrevista de procesos y estrategias.

Anexo 5 Guía del sistema de codificación-Procesos

Efecto de la enseñanza a través de la resolución de problemas, en el uso de los procesos cognitivos y metacognitivos de los estudiantes.